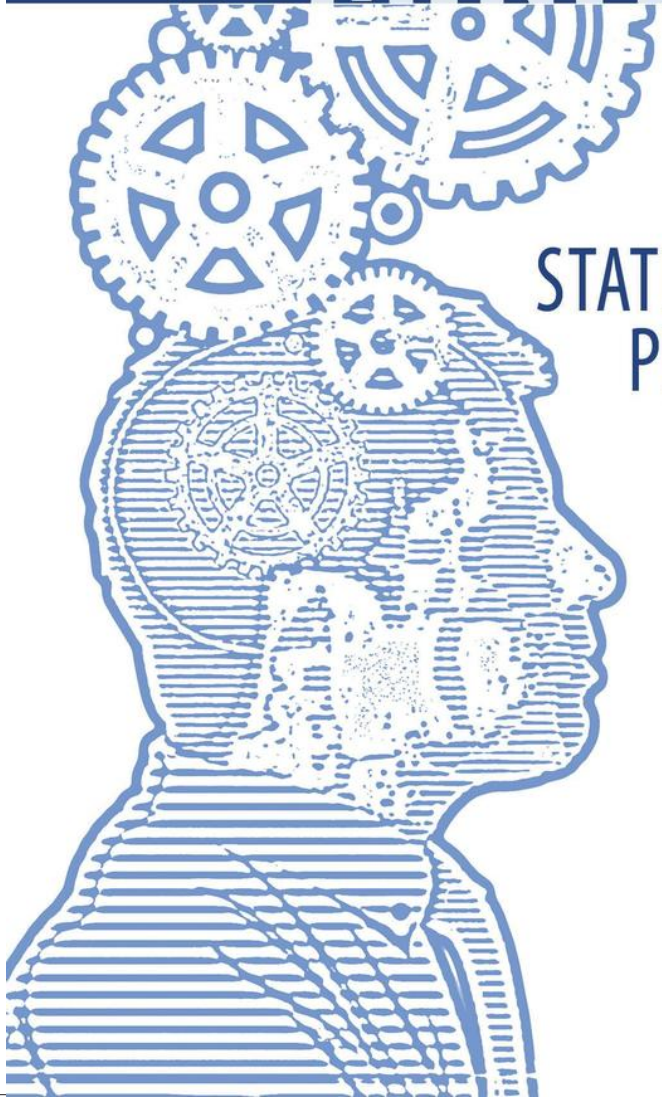
APLIKASI PROGRAM
MINITAB 15



STATISTIKA UNTUK PERANCANGAN PERCOBAAN

Syukri M. Nur

Minitab

APLIKASI PROGRAM MINITAB 15

Penyusun:
Syukri M. Nur

Layout/Tata Letak:
Sandi Yusandi

Penerbit:
PT Calprint Indonesia

Alamat:
Sampoerna Strategic Square
Jl. Jend. Sudirman Kav. 45-46
Phone : +62 21 579 50855
Fax : +62 21 579 50850

Cetakan Pertama, Mei 2009

KATA PENGANTAR

Perancangan percobaan dan riset pertanian serta teknik, menjadi dua sisi mata uang yang tak terpisahkan karena saling membutuhkan. Mata rantai penghubungnya adalah statistika sehingga keragaman atau perbedaan suatu populasi tidak mungkin diketahui hanya dengan melihat secara kasat mata tanpa bukti angka perhitungan.

Kendati statistika dibutuhkan dalam riset namun dapat berubah menjadi kendala manakala ditemukan setumpuk data hasil percobaan yang harus dihitung dengan cepat, akurat, dan mengikuti kaidah ilmiah. Kendala ini ini terjawab dengan kehadiran program Minitab Versi 15.1 yang banyak menyediakan fitur-fitur perhitungan, plot gambar, dan teknik pengisian data, serta platform kerja yang sesuai dengan perkembangan teknologi informasi saat ini.

Berdasarkan kondisi tersebut maka dipilih program Minitab untuk dijadikan alat bantu perhitungan dan sumber informasi untuk mempelajari dan mendayagunakan fungsi statistika.

Argumentasi lain yang mendorong penulisan buku ini adalah upaya untuk melengkapi kepustakaan Indonesia, khususnya dibidang statistika dan komputer yang masih jarang menggunakan bahasa Indonesia sebagai bahasa pengantarnya.

Diharapkan buku ini mampu menjadi media belajar yang baik, karena disajikan bersamaan dengan upaya pelayanan kepada pembacanya melalui konsultasi via email dan penyediaan tutorial audio visual. Pelayanan ini diharapkan menjadi satu momen untuk meningkatkan kualitas buku pada edisi lanjutannya, mempercepat minat pembaca dalam mempelajari ilmu statistika, serta memperluas jaringan pemasaran buku ini.

Penulis mengharapkan sumbang saran dan kritik untuk memperbaiki kualitas buku ini, terutama pada penambahan studi-studi kasus serta perluasan topik statistika yang dapat dikerjakan oleh program Minitab.

Melalui buku ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada PT Calprint dan PT Caltrac Indonesia, serta sahabatku Apriadi Tri Wahyudi yang telah banyak membantu dengan menyediakan sarana kerja di kantornya.

Jakarta, 2009
Syukri M Nur

DAFTAR ISI

BAB 1.	**PENDAHULUAN**		**1**
	1.1	Latar Belakang	1
	1.2	Tujuan Penulisan	2
	1.3	Sasaran Pembaca	2
	1.4	Strategi Belajar Minitab	3
	1.5	Sistematika Penulisan	8
	1.6	Sarana Penulisan	11
	1.7	Panduan Konsultasi	11
BAB 2.	**PRINSIP DASAR RISET PERTANIAN**		**12**
	2.1	Target Pembaca	12
	2.2	Logika	12
	2.3	Metode Penelitian	13
	2.4	Masalah Penelitian Pertanian	15
	2.5	Kenapa Memerlukan Statistika	16
BAB 3.	**PROGRAM MINITAB VERSI 15.1**		**18**
	3.1	Target Pembaca	18
	3.2	Apa yang Baru di Program Minitab 15.1	18
	3.3	Teknik Instalasi Program Minitab 15.1	19
	3.4	Lingkungan Kerja MINITAB 15.1	21
	3.5	Masukan Data dan Perintah	25
	3.6	Penyimpanan Data	26
	3.7	Pengolahan dan Analisis Data	27
	3.8	Pembuatan Gambar	29
	3.9	Pembuatan Laporan	32
	3.10	Manfaatkan Contoh Data	32
	3.11	Manfaatkan Fasilitas Help	33
BAB 4.	**ANALISIS STATISTIKA DASAR**		**35**
	4.1	Target Pembaca	35
	4.2	Pengertian	35
	4.3	Contoh Latihan Statistika Deskriptif	40
	4.4	Tampilan Statistik Dasar	41
	4.5	Proses Perhitungan	41
	4.6	Memperbaiki Grafik	48
	4.7	Membuat Laporan	49
	4.8	Pengantar Interpretasi	50
BAB 5.	**RANCANGAN ACAK LENGKAP**		**52**
	5.1	Target Pembaca	52
	5.2	Pengertian Rancangan Acak Lengkap	52
	5.3	Contoh Soal dan Solusi	59
	5.4	Tahapan Perhitungan dengan Minitab	88
	5.5	Perbandingan Hasil Perhitungan RAL dengan Minitab dan Manual	96
	5.6	Pertimbangan Penting	97
	5.7	Soal-Soal Latihan	97

BAB 6. RANCANGAN ACAK KELOMPOK 101
6.1 Target Pembaca 101
6.2 Pengertian Rancangan Acak Kelompok 101
6.3 Contoh Soal dan Solusi 104
6.4 Pertimbangan Penting 111
6.5 Latihan Soal dan Solusi 111
6.6 Soal-Soal Latihan 123

BAB 7. RANCANGAN FAKTORIAL 126
7.1 Target Pembaca 126
7.2 Pengertian Rancangan Faktorial 126
7.3 Contoh Soal dan Solusi 128
7.4 Pertimbangan Penting 136
7.5 Soal-Soal Latihan 138

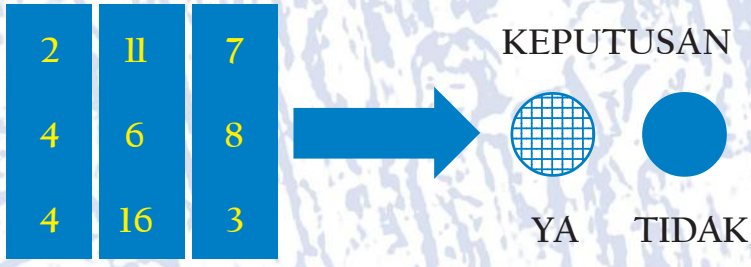
BAB 8. RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN 142
8.1 Target Pembaca 142
8.2 Pengertian Rancangan Bujur Sangkar Latin 142
8.3 Contoh Soal dan Solusi 144
8.4 Pemahaman Hasil Perhitungan Minitab 166
8.5 Pertimbangan Penting 168
8.6 Soal dan Solusi 168
8.7 Soal Latihan 170

BAB 9. REGRESI DAN KORELASI 172
9.1 Target Pembaca 172
9.2 Pengertian Regresi dan Korelasi 172
9.3 Regresi Tunggal dan Berganda 177
9.4 Penyelesaian Secara Manual 179
9.5 Pendayagunaan Minitab 15.1 182
9.6 Contoh Soal dan Solusi 188
9.7 Soal-Soal Latihan 201

BAB 10. PANDUAN SINGKAT
10.1. Pengantar 204
10.2. Plotting Data 205
10.3. Memasukkan dan Menjelajahi Data 227
10.4. Analisis Data 238
10.5. Pengendalian Kualitas 249
10.6. Perancangan dan Percobaan 257

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP PENULIS


2
4
4
11
6
16
7
8
3
KEPUTUSAN
YA
TIDAK

BAB-I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penelitian merupakan upaya umat manusia untuk mencari solusi atas permasalahan yang dijumpainya. Bahkan penelitian juga digunakan untuk mengetahui proses dari gejala alam yang terjadi. Jika penelitian ini dilaksanakan di sektor pertanian, maka berarti terdapat masalah yang harus dicari solusinya. Permasalahan di sektor pertanian umumnya terkait dengan pemupukan, pembibitan, hasil panen, perlakuan petani, dan lain sebagainya. Permasalahan ini dijumpai baik di lapangan saat petani melaksanakan usahataninya, maupun saat-saat peneliti sedang bekerja keras di lembaga penelitian dan universitas untuk mengembangkan bibit ataupun menemukan teknik pengelolaan pertanian yang lebih baik.

Upaya untuk mencari solusi atas permasalahan ini telah menjadikan penelitian sebagai satu bidang pekerjaan tersendiri. Hasil kerja dari penelitian memberikan satu kepastian terhadap satu produk (bibit dan pupuk) maupun metode pertanian yang akan disosialisasikan ke masyarakat. Harapan akhir dari upaya ini adalah peningkatan produktivitas pertanian sehingga memberikan nilai tambah ekonomi dan kesejahteraan masyarakat.

Dalam proses penelitian itu, terdapat data yang diperoleh melalui pengukuran dan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian itu disebut metode penelitian yang berasaskan pada metode ilmiah dengan memperhatikan fakta. Data yang diperoleh ini kemudian dianalisis dengan suatu ilmu statistika. Penjelasan tersebut menjadi salah satu alasan penulisan buku ajar ini.

Kelangkaan buku ajar dalam Bahasa Indonesia yang menjelaskan pendayagunaan statistika untuk penelitian bidang pertanian, menjadi alasan kedua penulisan buku ajar ini. Alasan ketiga adalah pendayagunaan piranti lunak MINITAB Versi 15.1 sehingga kombinasi tiga aspek yaitu penelitian pertanian, statistika, dan piranti lunak telah memenuhi syarat untuk mengkaji penelitian pertanian dengan baik.

Penggunaan MINITAB Versi 15.1 dipilih karena program ini yang lebih berdaya guna dan lebih mudah dipelajari bagi masyarakat. Versi yang dikeluarkan juga merupakan versi terakhir atau terbaru. Kemampuan piranti lunak tersebut dibuktikan dari berbagai buku ajar yang menggunakannya, bahkan cakupannya tidak hanya untuk analisis di bidang pertanian dan biologi, namun telah menjadi alat bantu dalam perencanaan bisnis dan manajemen industri. Penulis juga mendapatkan kemudahan dalam mencari pustaka dan fasilitas informasi digital yang disediakan oleh Perusahaan Minitab Inc. melalui website www.minitab.com.

Nah, sekarang upaya yang harus dilakukan adalah perancangan metodologi penulisan buku ajar ini melalui sistematika yang jelas dan runut sehingga memudahkan pengajar dalam menyampaikan materi statistika kepada mahasiswanya. Demikian juga sebaliknya, mahasiswa atau pembaca akan mendapatkan kemudahan dalam mempelajarinya.

Dasar pemikiran tersebut menjadikan buku ajar ini ditulis dengan mengkombinasikan sedikit aspek teoritis Statistika, kemudian memperbanyak panduan teknis perhitungan statistika dengan piranti lunak MINITAB Versi 15.1, tanpa meninggalkan hakikat penelitian itu sendiri yaitu untuk mencari jawaban terhadap masalah yang dihadapi.

1.2. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan buku ajar ini adalah:

1. Untuk memberikan penjelasan mengenai makna statistika bagi riset pertanian, dengan cakupan utama pada aspek logika, metode penelitian dan metode ilmiah, serta permasalahan yang ditemukan di bidang pertanian dan teknik.

2. Menjelaskan penggunaan piranti lunak MINITAB Versi 15.1 sebagai alat bantu perhitungan dalam teknik analisis statistika di bidang pertanian dan teknik, terutama untuk perancangan percobaan.

3. Membantu mahasiswa ataupun peneliti yang berminat menekuni MINITAB Versi 15.1 dan statistika melalui informasi cetak atau digital yang disajikan dalam daftar pustaka.

1.3. Sasaran Pembaca

Sasaran penulisan buku ajar ini adalah:

- Pengajar mata kuliah statistika di perguruan tinggi yang berupaya mendekatkan aspek teoritis statistika dengan persoalan teknis yang dibutuhkan oleh mahasiswa yang tidak memilih statistika sebagai program studinya.
- Mahasiswa program Diploma Tiga dan Sarjana di Fakultas Pertanian dan MIPA yang memerlukan statistika sebagai alat bantu penelitian;
- Peminat masalah statistika yang memerlukan program MINITAB Versi 15.1 sebagai alat bantu perhitungannya.

1.4. Strategi Belajar Minitab*

Ada tiga subbidang pada teknologi komputer yang maju pesat, yaitu piranti lunak, piranti keras, dan kecerdasan manusia yang terlibat langsung dengan dunia tersebut. Contohnya, kita dapat memperhatikan perubahan versi LOTUS, Harvard Graphic, Ms.OFFICE dan Windows atau sistem operasi DOS, WINDOWS 3.1 sampai dengan WINDOWS Vista yang terus berkembang seiring dengan kemajuan piranti lunak dan keras. Penyebabnya, karena terus bertambahnya kebutuhan pengguna (user) terhadap program spreadseheet yang cepat, akurat, mudah dipelajari, dan mampu menyediakan lebih banyak fasilitas lainnya, sehingga mau tidak mau setiap produk piranti lunak harus memenuhinya jika tidak ingin ditinggal oleh konsumen. Oleh karena itu, tampaklah bahwa ketiganya saling terkait dan saling menunjang.

Penguasaan ketiga subbidang itu memang merupakan keunggulan tersendiri bagi anda yang berminat. Namun demikian, paling tidak bila anda menguasai satu subbidang usaha secara mendalam dan menjadi spesialis, maka, penulis meyakinkan pembaca, keahlian tersebut akan membuka peluang untuk melakukan kerjasama denga ahli di bidang lainnya. Secara tidak langsung, penekanannya adalah penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) menjadi wahana kerjasama antar pakar untuk mengisi peta kognitif umat manusia.

---

* Tulisan ini berdasarkan pengalaman penting di awal tahun 90'an di IPB ketika mempelajari Minitab versi DOS (*Direct Opening System*) dengan keterbatasan buku panduan buah anak bangsa.

Salah satu upaya untuk menapak jalan ke arah itu adalah mempelajari program MINITAB, khususnya MINITAB Versi 15.1 yang dapat menjadi alat analisis dalam bidang ilmu statistika. Hasilnya adalah kita akan memiliki informasi yang meyakinkan untuk membuat strategi dan taktik demi mencapai tujuan pekerjaan. Hal ini perlu diupayakan supaya dapat menghemat tenaga, biaya, dan pemikiran tetapi dengan tingkat penguasaan ilmu yang lebih baik.

Strategi untuk mempelajari program MINITAB Versi 15.1 pada bagian ini disajikan dalam bentuk tanya jawab. Cara ini untuk memberikan nuansa baru bagi anda karena seakan-akan terjadi saling tatap muka antara penulis dengan pembaca. Dan sudah tentu, pertanyaan ini sering disodorkan oleh pemakai MINITAB. Baik yang tergolong pemula maupun yang sudah termasuk mahir.

Apa itu MINITAB?
MINITAB adalah paket program komputer khusus untuk analisis statistika yang bersifat interaktif dengan pemakainya. Karakteristik MINITAB adalah kemampuannya memberikan kesempatan kepada pemakainya untuk menentukan pilihan-pilihan atau tahap-tahap proses pengolahan datanya.

Hasil analisis di program MINITAB dapat ditampilkan dalam histogram, plot, dan angka dengan hanya memberikan satu atau dua perintah, bahkan dapat digabungkan dengan program pengolah data lain seperti Office dan Ms.OFFICE.

Masih adakah versi Minitab dan apa keunggulan versi yang terbaru?
Ya, Minitab terdiri atas beberapa versi yang dikeluarkan oleh MINITAB Inc. tentunya mulai dari Minitab versi 1 hingga pada versi 15.1 yang interaktif dengan WINDOWS. Kendati berbeda versi, namun MINITAB memiliki pronsip-prinsip operasi yang sama. Perintah Regress, misalnya merupakan operasi untuk melakukan regresi antara dua peubah atau lebih. Bahkan dengan munculnya versi terbaru maka pemakai akan lebih terbantu karena umumnya dapat dioperasikan dengan menggunakn mouse. Jadi begitu mudah, begitu interaktif dan mampu menjawab berbagai persoalan analisis data yang anda jumpai.

Khusus untuk MINITAB Versi 15.1, sudah tersedia kumpulan perintah yang disebut perintah makro sehingga pemakai tidak perlu bersusah payah mengetik perintah-perintah yang cukup panjang jika ingin melaksanakan analisis data.

Draper dan Smith (1992) mengatakan bahwa MINITAB menarik karena begitu mudahnya pengguna memanipulasi dan menganalisis datanya secara campuran. Misalnya, kita dapat melakukan transformasi, mengeluarkan sebagian kasus, mengerjakan regresi sederhana, membuat distribusi sisaan, membuat histogram, mengerjakan regresi berganda, menghitung selisih antara kedua gugusan sisaan, dan meminta tampilan dahan dan daun bagi beda-beda itu, dan lain sebagainya. Semua itu dapat dilakukan dengan satu perintah yang mirip dengan bahasa Inggris untuk setiap operasinya.

Pada bidang apa saja program MINITAB versi 15 digunakan?
Program MINITAB Versi 15.1 dapat digunakan pada hampir semua bidang. Yang terpenting, suatu bidang kajian itu memang memerlukan analisis kuantitatif karena memiliki angka-angka atau data. Analisis data secara kuantitatif itu tidak sekadar memplot data karena memiliki sumbu X dan Y, tetapi juga analisis dengan tujuan-tujuan tertentu. Secara spesifik contohnya adalah keinginan mengetahui hasil pertumbuhan tanaman kedelai jika mendapat perlakukan pemupukan Kalium pada dosis tertentu.

Kita juga dapat menggunakan program MINITAB untuk analisis non-parametrik seperti kasus sosial atau kasus khusus pada bidang biologi dan pertanian. Nah, sekarang kinerja program MINITAB ini tergantung pada kemauan anda untuk mempelajarinya. Apakah anda hanya ingin tahu atau memiliki kemauan menjadikannya sebagai sarana keunggulan anda dibanding rekan-rekan yang lain? Jawabnya, tergantung pada kemauan anda untuk lebih maju dan berprestasi di dunia kerja.

Apa dasar pengetahuan untuk mempelajari MINITAB Versi 15.1 ?
Sebelum mempelajari program MINITAB Versi 15.1, anda perlu memahami dua kemampuan dasar, yaitu komputer dan statistika. Kemampuan pertama, pengetahuan tentang komputer, berguna bagi anda untuk mengenal dan mengetahui pengertian dari istilah-istilah komputer seperti, sistem DOS, CPU, RAM, dan sebagainya. Untuk menggunakan buku ajar ini, penulis mengasumsikan bahwa pembaca telah memhami dengan baik.

Kemampuan kedua, pengetahuan dasar statistika, untuk mengetahui maksud dan tujuan anda mengoperasikan program MINITAB. Hal ini penting dipahami karena program MINITAB Versi 15.1 hanyalah alat analisis bukan pakar yang menentukan hasil analisis anda. Oleh karena itu, hasil informasi yang diberikan MINITAB menjadi salah satu bahan untuk keputusan atau tujuan yang ingin anda raih.

Apakah ada pustaka yang dapat saya jadikan sumber acuan ?
Ada. Bahkan secara spesifik penulis membagi pustaka itu mejadi tiga bagian, yaitu; komputer, statistika dan MINITAB. Tujuannya untuk memperjelas rencana anda dalam mempelajari MINITAB, seperti yang diilustrasikan dalam gambar 1.1 dan 1.2. Aspek yang terpenting dalam gambar tersebut adalah pemahaman mengenai dasar-dasar statistika sehingga penggunaan program MINITAB menjadi tepat guna. Berdasarkan skema tersebut maka analisis statistika dapat diterapkan dalam perancangan percobaan/ survei dan pengujian hipotesis untuk mendapatkan kepastian jawaban terhadap suatu masalah. Apabila telah diketahui kapan suatu analisis statistika diperlukan maka langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah upaya penguasaan piranti lunak MINITAB ini.

Fungsi buku acuan adalah:
1. Untuk mendapatkan informasi mengenai prinsip dasar atau teori statistika.
2. Digunakan sebagai bahan pembanding hasil perhitungan antara manual dengan program Minitab 15.1
3. Digunakan sebagai sumber-sumber permasalahan yang memerlukan teknik perhitungan cepat dengan program Minitab 15.1

Bagaimana cara penguasaan kedua bidang itu ?
Bagi anda yang belum pernah menggunakan komputer sama sekali, tidak perlu khawatir. Penulis sudah menyajikan daftar buku yang dapat dijadikan panduan lebih lanjut. Namun secara khusus, penulis menyarankan supaya anda mengenal komputer sejak dini. Baik melalui belajar mandiri maupun dengan mengikuti kursus singkat di lembaga terdekat yang ada di kota anda.

Namun untuk pengetahuan statistika, tidak ada jalan lain kecuali langsung membaca buku-buku yang tersaji dalam tulisan ini. Fokuskan pelajaran anda pada latar belakang penggunaan suatu metode analisis statistika. Perhatikan lambang-lambang statistika yang digunakan dalam buku tersebut. Kemudian gali lebih mendalam pengertian dan tujuan lambang tersebut. Dengan demikian, secara perlahan anda akan dapat memahami persamaan-persamaan dasar dan turunan yang merupakan kunci analisis statistika. Bahkan bila mungkin, anda menemukan trik tersendiri bila berhadapan pada satu kasus tertentu.

Pustaka Komputer

Chandra, Ian K. 1994. Mengetahui, Memakai, dan Merawat IBM PC. Elex Media Komputindo, Jakarta. 154p.

Kavanagh, John. 1993. Penuntun Bagi Pendatang Baru Dalam Dunia Komputer. Elex Media Komputindo, Jakarta. 205p.

Tutang. 1994. Pengenalan Komputer Bagi Pemula. Sarana Inovindo Prima, Bogor. 122p.

Pustaka Statistika

Afifi, A. A. 1990. Computer Aided Multivariate Analysis. 2nd Edition. Van Nostrad Reinhol Company, New York. 505p.

Anderson, T. W., and Stanley L. Sclove. 1986. The Statistical Analysis of Data. Houghton Mifflin Company. New York. 629p.

Chambers, J. M., William S. C., Beat Kleiner., and Paul A. Tukey. 1983. Graphical Method for Data Analysis. Wadsworth International Group and Duxbury Press, Boston. 395p.

Draper N. R., and H. Smith. 1992. Analisis Regresi Terapan (Terjemahan). Gramedia Pustak Utama, Jakarta. 671p.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian. UI Press. Jakarta. 695p.

Groneveld. R.A. 1988. Introductory Statistica Methods. An Integrated Approach Using Minitab. PWS-Kent. Publ. Boston 655p.

Little, T.M., dan F. J. Hills. 1978. Agricultural Experimentation. John Wiley and Sons. New York. 350p.

Mead, R., R.N Curnow., dan A.M. Hasted. 1996. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology. 2nd Ed. Chapman dan Hall. London. 415p.

Montgomery. D.C., and G.C Runger. 2003. Applied Statistics and Probability for Engineers. 3th Ed. Jhon Wiley and Sons Inc. New York. 848p.

Nasoetion, Andi Hakim. 1985. Daun-Daun Berserakan: Percikan Mengenai Ilmu Pengetahuan dan Pendidikan. Inti Sarana Aksara, Jakarta. 528p.

Spiegel, M. R., dan L.J. Stephen. 2007. Statistik. (Terjemahan). Erlangga. Jakarta. 429p.

Steel, Robert G. D., and James H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik. (Terjemahan). Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.748p.

Walpole, R.E., 1995. Pengantar Statistika. (Terjemahan) Gramedia. Jakarta. 515p.

Pustaka MINITAB

Anonim. 1988. Minitab Referance Manual Release 6. Minitab Inc. Boston. 341p.

Anonim. 1991. Minitab Referance Manual Release 8. Minitab Inc. Boston. 341p.

Monk, R. 1991. Exploring statistics with Minitab: A Workbook for Behaviorural Sciences. John Willey and Son, New York. 247p.

Robert, B. Miller. 1988. Minitab Handbook for Business and Economics. PWS-KENT, Boston. 324p.

Ryan, B. F., Brian L. J., and Thomas A Ryan, Jr. Minitab Handbook 2nd Edition. PWS-KENT, Boston. 380p.

Berapa lama untuk mempelajari MINITAB 15 ?

Penulis tidak mampu membuat batas waktu yang tegas menguasai program ini, apalagi untuk memahami buku ajar ini. Argumentasinya karena kesibukan anda yang beragam dan tentunya menyita waktu. Oleh karena itu, simaklah tulisan ini dengan dan laksanakan tugas-tugas yang diberikan dalam buku ini. Paling sedikit anda harus menyediakan waktu sekitar 1 jam untuk mempelajari teori statistika dan 1.5 jam untuk berlatih menggunakan program MINITAB. Tanpa itu, mustahil anda dapat menguasai program ini.

Berapa biaya yang saya perlukan?

Soal biaya itu relatif, karena tidak semua orang memiliki kemampuan dana yang sama. Tetapi, paling tidak jika ada kemauan untuk belajar maka pengorbanan waktu, dan tenaga terasa ringan. Bahkan melalui kemampuan analisis data yang baik, terbuka peluang untuk menjadi asisten peneliti atau konsultan bagi mahasiswa, pascasarjana, dan masyarakat. Hal ini berarti peluang pendapatan bagi anda.

Perangkat apa saja yang diperlukan untuk program MINITAB?

Minitab versi 15.1 memerlukan perangkat bantu yang terdapat dalam sistem komputer pribadi seperti :

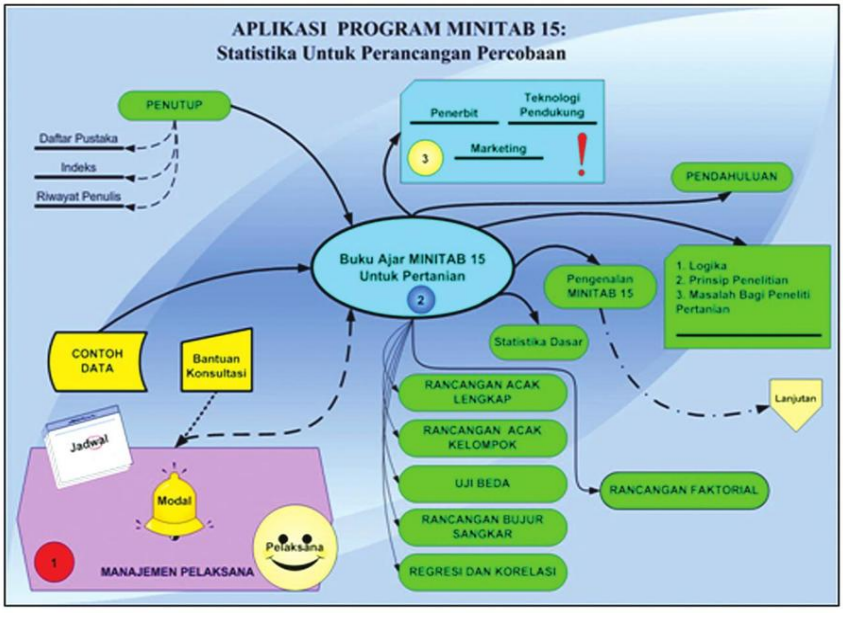
- Komputer pribadi yang kompatibel IBM, dengan processor minimal INTEL 80286 atau yang lebih tinggi lagi. Bahkan saat ini sudah beredar jenis processor Pentium dan Sextium.
- Sistem Windows 98, Windows 2000, Windows XP.
- Harddisk minimal 500 Megabytes dan satu harddisk lain (eksternal mapun partisinya) untuk penyimpanan data hasil penelitian.

- Untuk tampilan grafik beresolusi tinggi (*high resolution graphic*) maka pembaca tidak perlu kuatir karena perangkat komputer yang umum dijual dan digunakan di pasaran telah mampu mendukung penggunaan program ini.
- Paling sedikit memiliki Random Acces Memory (RAM) sebesar 512 Megabytes.
- Untuk menambah kinerja kerja anda perlu ditambahkan peralatan sebuah mouse.

Bagaimana cara penggunaannya?
Untuk menjawab pertanyaan ini maka sebaiknya anda membaca buku ini secara bertahap. Dan menyediakan waktu sekitar Dua (2) jam setiap submateri untuk mempelajari dan berlatih program MINITAB versi 15.1.

1.5. Sistematika Penulisan

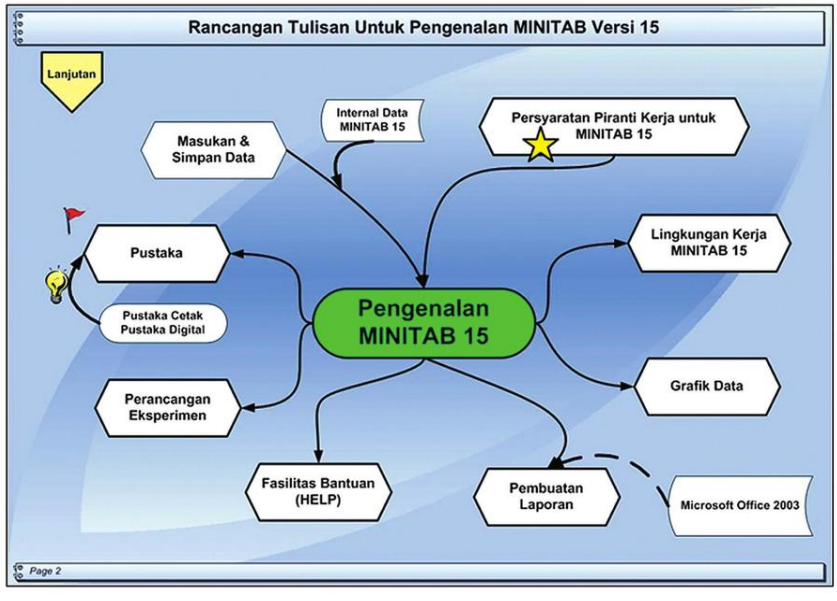
Berdasarkan buku yang ditulis oleh Tony Buzan berjudul MINDMAP, maka penulis mendapatkan inspirasi untuk menuliskan buku ajar ini dengan memperhatikan aspek pengguna dan daya guna program MINITAB Versi 15.1 sebagai penjelasan awal dibagian Pendahuluan, kemudian logika, prinsip penelitian, dan masalah bagi penelitian pertanian di bagian kedua, kemudian dilanjutkan pada aspek aspek-aspek lain. Peta pikir yang tertulis untuk menunjang buku ajar ini disajikan pada Gambar 1.1 dan 1.2.



Gambar 1.1 Peta pikir untuk penulisan aplikasi Program MINITAB Versi 15.1: Statistika untuk perancangan percobaan.

Berdasarkan sajian Gambar 1.1 terungkap jelas cakupan penulisan yang membatasi permasalahan yang akan dibahas dalam buku ini, terutama pada topik bahasan statistika yang mencakup Statistika Dasar, Rancangan Acak Lengkap, Rancangan Acak Kelompok, Rancangan Bujur Sangkar, dan Regresi-Korelasi.
Topik bahasan tersebut merupakan persoalan umum yang sering dijumpai dalam penelitian pertanian, persoalan lain yang menggunakan rancangan yang lebih kompleks karena memikirkan banyak faktor akan menjadi bahan pembahasan di lain tulisan.

Khusus untuk pengenalan MINITAB Versi 15.1, peta pikir yang disajikan seperti pada Gambar 1.2 berikut ini.



Gambar 1.2 Ruang lingkup pembahasan untuk pengenalan MINITAB Versi 15.1 pada buku ajar ini.

Berdasarkan penjelasan yang mengaitkan Gambar 1.1 dan 1.2 maka sistematika penulisan buku ajar ini dirancang sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN. Bagian ini menjelaskan latar belakang penulisan, tujuan, sasaran pembaca, strategi belajar MINITAB Versi 15.1, sistematika Penulisan, dan Panduan Konsultasi.

BAB 2. PRINSIP DASAR RISET PERTANIAN. Bagian ini menjelaskan target pembaca, prinsip dasar logika, metode penelitian, kenapa memerlukan statistika, pertimbangan dan masalah penelitian pertanian.

BAB 3. PROGRAM MINITAB VERSI 15.1 Bagian ini menjelaskan Target pembaca yang harus dicapai sesudah membaca dan mempraktekkan program tersebut. Mulai dari teknik Instalasi, Lingkungan Kerja MINITAB, pemasukan data, penyimpanan data, analisis data, pembuatan gambar, kemudian pembuatan laporan.

BAB 4. ANALISIS STATISTIKA DASAR. Bagian ini menjelaskan prinsip-prinsip statistika dasar seperti rataan (mean), nilai terbesar, terkecil, dan Quartil,

BAB 5. RANCANGAN ACAK LENGKAP. Bagian ini menjelaskan target pembaca, prinsip dasar Rancangan Acak Lengkap, beberapa contoh kasus dan teknik penyelesaiannya dengan MINITAB Versi 15.1, dan soal-soal latihan yang perlu dikerjakan oleh pembaca/mahasiswa.

BAB 6. RANCANGAN ACAK KELOMPOK. Bagian ini menjelaskan target pembaca, prinsip dasar Rancangan Acak Kelompok. Beberapa contoh kasus dan teknik penyelesaiannya dengan MINITAB Versi 15.1, dan soal-soal latihan yang perlu dikerjakan oleh pembaca/mahasiswa.

BAB 7. RANCANGAN FAKTORIAL. Bagian ini menjelaskan target pembaca, prinsip dasar Faktorial, beberapa contoh kasus dan teknik penyelesaiannya secara manual dan dengan MINITAB Versi 15.1, dan soal-soal latihan yang perlu dikerjakan oleh pembaca/mahasiswa.

BAB 8. RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN. Bagian ini menjelaskan target pembaca, prinsip dasar Bujur Sangkar. beberapa contoh kasus dan teknik penyelesaiannya dengan MINITAB Versi 15.1, dan soal-soal latihan yang perlu dikerjakan oleh pembaca/mahasiswa.

BAB 9. REGRESI DAN KORELASI. Bagian ini menjelaskan target pembaca, prinsip dasar regresi dan korelasi baik untuk faktor tunggal maupun untuk multi faktor. Beberapa contoh kasus dan teknik penyelesaiannya dengan MINITAB Versi 15.1, dan soal-soal latihan yang perlu dikerjakan oleh pembaca/mahasiswa

BAB 10. PANDUAN SINGKAT. Bagian ini menjelaskan target pembaca, Menyajikan lima hal penting dalam Statistika dan teknik penggunaan Minitab langkah demi langkah. Kelima aspek itu adalah: (1) Plotting Data; (2) Pengisian dan Pengolahan data; (3) Analisa Data; (4) Pengendalian Kualitas; serta (5) Perancangan dan Percobaan.

DAFTAR PUSTAKA. Bagian ini menyajikan pustaka yang digunakan sebagai panduan dan juga memberikan panduan kepada pembaca untuk menelusuri lebih lanjut bacaaan yang dapat diperoleh melalui penelusuran di dunia maya, terutama untuk menggunakan website MINITAB di homepage www.minitab.com.

1.6. Sarana Penulisan

Dalam penulisan buku ajar ini, penulis menggunakan komputer laptop berkapasitas simpan 80 GB di harddisk, memori kerja 1,5 Gbyte, dengan processor AMD Turion(tm) 64 mobile technology MT-30 397 MHz. Piranti lunak lain yang digunakan adalah Microsoft Office 2003 untuk kombinasi pembuatan laporan dari keluaran program MINITAB Versi 15.1 yang dijalankan pada sistem operasi WINDOWS XP service pack 2.

1.7. Bantuan Konsultasi

Untuk membantu pembaca dalam mempelajari buku ajar ini, penulis juga membuka konsultasi melalui email syukrimnur@yahoo.com.

BAB-2
PRINSIP DASAR RISET PERTANIAN

2.1 Target Pembaca

Pada bagian ini, pembaca diharapkan mampu mencapai target:

- Mengerti tentang logika dan metode penelitian
- Mampu membedakan metode ilmiah dan metode penelitian
- Memahami permasalahan dan solusi penelitian di bidang pertanian
- Memahami alasan penggunaan statistika

2.2. Logika

Bagian buku berjudul "Agricultural Experimentation" karya T.M. dan F.J. Hills tahun 1977, menjelaskan prinsip-prinsip dasar logika, riset dan percobaan dalam satu bab tersendiri dan menjadi dasar untuk mengenalkan ilmu statistika sebagai alat analisis. Pemikiran dasar buku tersebut terletak pada pemilahan alasan deduktif dan induktif.

Pengertian deduktif didasarkan pada satu pernyataan/kesimpulan yang dapat dipakai pada semua jawaban atas masalah. Contohnya, rumus luas lingkaran yang dinyatakan sebagai $A = \eth r^2$ sehingga dengan hanya mendapatkan nilai radius maka luas suatu lingkaran dapat diketahui.

Pengertian induktif didasarkan pada satu pernyataan didasarkan pada satu pernyataan yang diperoleh dari beberapa jawaban atas masalah. Contohnya, jika kita diberikan beberapa lingkaran yang diketahui luas dan radiusnya maka akan sampai pada satu kesimpulan bahwa luasnya dapat dinyatakan sebagai $A = \eth r^2$. Singkat kata, logika yang diperoleh dari penjelasan diatas menunjukkan bahwa kondisi umum menjadi khusus disebut induksi sedangkan dari umum menjadi khusus disebut deduksi.

2.3. Metode Penelitian

Sederetan pertanyaan akan muncul pada bagian ini karena kehadiran rasa ingin tahu dari pembaca ? Kondisi ini patut mendapat perhatian karena rasa ingin tahu itu akan menjadi pendorong untuk melakukan penelitian demi mencari tahu solusi sebuah masalah atau juga proses dari gejala alam dan sosial. Bahkan melalui penelitian, terjadi sebuah penemuan. Deretan pertanyaan itu antara lain:

- Apakah metode ilmiah itu?
- Apakah metode ilmiah itu Cuma satu?
- Apakah hipotesis itu?
- Apakah data itu?
- Bagaimana merancang penelitian yang baik?

Dalam kancah ilmiah, diperlukan metode untuk menata kemampuan pikir, tulis, dan lisan sehingga terdapat satu kesepahaman dengan orang lain yang tertarik dengan perkembangan suatu pengetahuan itu. Metode itu disebut metode ilmiah karena dibangun atas tata cara, berdasar fakta dan data yang dianalisis untuk mendapatkan jawaban terhadap masalah yang menjadi penyebab awalnya seseorang melakukan penelitian.

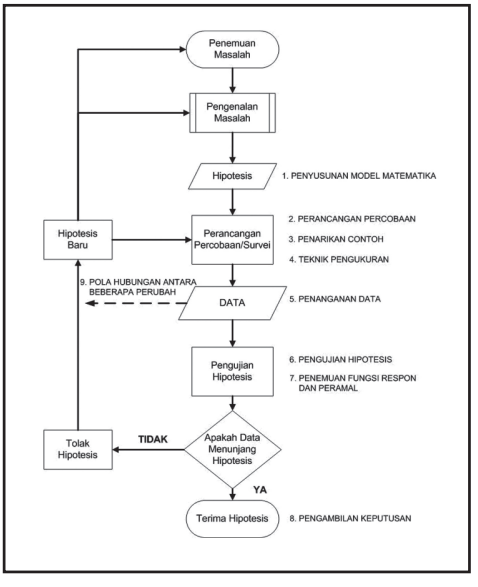
Nasoetion (1986) mengungkapkan bahwa langkah-langkah pengembangan pengetahuan melalui pengalaman di awali oleh penemuan suatu masalah atas dasar pengalaman hidup. Masalah itu kemudian dikaji untuk dikenali secara mendalam untuk akhirnya disarikan menjadi suatu hipotesa.

Jadi hipotesa adalah jawaban terhadap suatu masalah namun sifatnya masih sementara karena perlu diuji lebih lanjut. Hipotesa itu harus berupa pernyataan yang dapat diuji. Terkadang hipotesia berbentuk kalimat matematika yang disebut model matematika. Model matematika ini dianggap memenuhi anggapan tertentu yang menyederhanakan bentuk permasalahan yang akan diselidiki oleh peneliti.

Atas dasar model itu kemudian dibuat suatu percobaan atau survei untuk membangkitkan gugus (kumpulan) data yang dapat digunakan menguji keberlakuan mode tadi. Kalau data itu menyimpang dari hipotesa, model itu ditolak. Data yang telah terkumpul digunakan untuk menyusun suatu hipotesa baru dan langkah-langkah penelitian berlangsung terus pada suatu saat data yang telah terkumpul itu tidak menyimpang dari model. Kondisi ini mengakibatkan penelitian berhenti karena jawaban suatu masalah sudah diperoleh. Itupun sifatnya sementara.

Pada suatu ketika peneliti lain akan menemukan data baru dari percobaan atau survei, atau bahan data yang lama dari kepustakaan, yang menggoyahkan kedudukan hipotesa yang telah teruji tadi. Kembalilah terjadi perombakan hipotesa untuk mendapatkan hipotesa baru, dan timbullah kesempatan baru untuk meneliti.

Tahapan-tahapan untuk mencari jawaban terhadap suatu masalah yang disusun berdasarkan hipotesa, percobaan dan data, serta analisis merupakan metode ilmiah. Prof. Dr. Andi Hakim Nasoetion dalam artikel yang berjudul "Pendidikan Pascasarjana" di buku "Daun-Daun Berserakan", menggambarkan penjelasan metode ilmiah tersebut seperti pada *Gambar 2*.

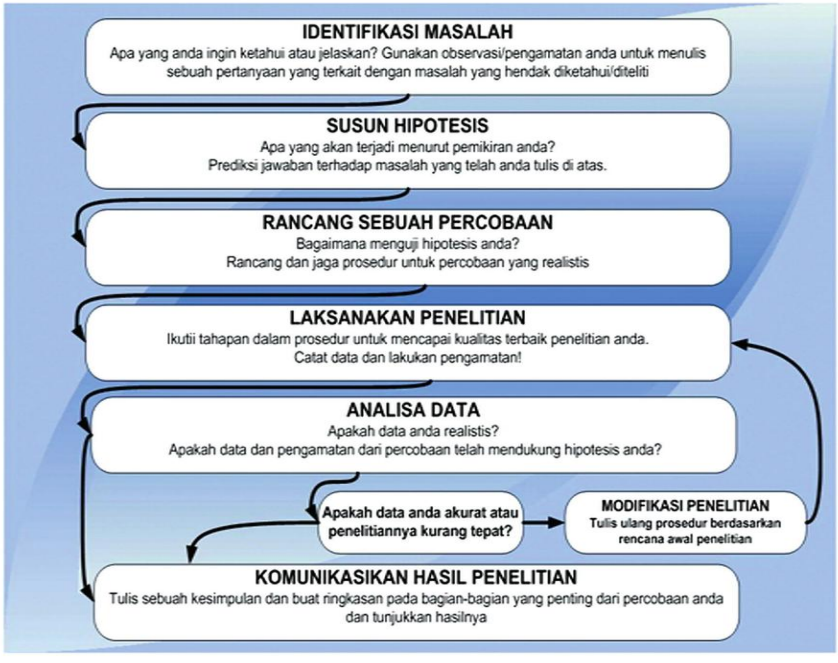


Gambar 2. Proses Pengembangan Pengetahuan Melalui Pengalaman

Berdasarkan informasi dasar mengenai metode ilmiah tersebut maka kutipan berikut ini dapat memberikan penjelasan lengkap dari setiap langkah dalam penelitian. Karena selain ada pertanyaan, juga terdapat jawaban.

2.4. Masalah Penelitian Pertanian

Pengertian dasar dan umum tentang pertanian terletak pada segala upaya yang dilakukan oleh umat manusia untuk memanen energi dari surya yang



Gambar 3. Metode ilmiah.

dengan memodifikasi mahluk hidup yang berada di lingkungannya. Definisi terkadang sangat umum, namun terkadang juga disegmentasi dengan paradigma subsektor sehingga memunculkan pengelompokkan seperti perikanan, kelautan, peternakan, tanaman pangan, perkebunan, kehutanan, hortikultura, dan sebagainya.

Pengelompokkan berdasarkan proses juga disampaikan oleh para pakar pertanian dengan melibatkan ilmu ekonomi untuk memilahnya menjadi sarana pertanian, produksi, pengolahan, pemasaran, serta pendukung. Pemikiran ini dikenal dengan istilah agribisnis.

Kendati terjadi pengelompokkan namun tidaklah menyurutkan definisi awal yang menyatakan bahwa energi surya dipanen oleh mahluk hidup, kemudian dikonversi dari satu mahluk hidup ke mahluk hidup lainnya, sehingga sampai di meja makan konsumen.

Singkat cerita, dalam upaya memanen energi surya itu, manusia mengatasi segala macam persoalan dengan mencari jawabannya melalui penelitian.

Permasalahan yang muncul dalam ruang lingkup pertanian ternyata cukup luas. Mulai dari upaya perbanyakan benih dan bibit tanaman, kemampuan adaptasi tanaman, pertambahan berat ternak, penyesuaian pupuk di suatu lahan pertanian, dan uji coba traktor, sampai pada persoalan sosial yang terkait dengan petani dan sistem pertanian.

Perkembangan masalah pertanian itu juga sering dengan kehadiran jawabannya. Mata rantai dan siklus pertanyaan dan jawaban itu diungkapkan dalam bentuk Gambar 2. Oleh karena itu, dengan cakupan pertanian yang cukup luas, ditambah dengan rentang waktu yang tak terbatas, maka pekerjaan peneliti, pemikir, petani, dan pekerjanya tak akan pernah usai dimanapun, kapanpun, dan dapat dilaksnakan oleh siapapun yang berminat dan berusaha mencari jawabannya.

2.5. Kenapa Memerlukan Statistika

Untuk mencari jawaban terhadap permasalahan pertanian, maka peneliti melakukan penelitian. Jika jawaban itu dicari dengan menguji coba penanaman jagung hibrida pada 20 petak percobaan seluas 10 hektar, maka setiap ½ hektar akan memberikan hasil yang berbeda untuk setiap petaknya. Andaikan hasilnya persis sama maka kita tidak memerlukan Ilmu Statistika. Tetapi kenyataannya berbeda karena memang keragaman berbagai faktor yang mungkin timbul. Boleh jadi karena perbedaan dosis pemupukan, waktu, teknik pengolahan tanah, kesuburan tanah, jenis benih hibrida, dan sebagainya. Adanya keragaman ini membuat ilmu statistika menjadi alat yang ampuh untuk mengorganisir data, menganalisanya, kemudian memberikan satu kesimpulan dan keyakinan jawaban kepada peneliti.

Menurut Anderson dan Sclove (1986)[1], statistika adalah metodologi untuk pengumpulan, analisa, interpretasi, menarik kesimpulan dari informasi numerik.

Pengertian yang serupa disampaikan oleh Spiegel dan Stephens (1999)[2] yang menyatakan bahwa statistika merupakan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan metode-metode ilmiah untuk pengumpulan, pengorganisasian, perangkuman, pemaparan dan penganalisaan data di samping terkait pula dengan metode penarikan kesimpulan.

[1] Erson, T. W., and S.L. Sclove. 1986. The Statistical Analysis of Data. The Scientific Press. 628p.
[2] Spiegel M.R., and L. J. Stephens.
1999. Statistik (terjemahan). Edisi ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta. 429p.

Pada bagian awal telah dijelaskan bahwa statistika adalah alat analisis untuk memberikan keyakinan kepada kita bahwa sesuatu itu memberikan pengaruh nyata dan dinyatakan secara kuantitatif. Untuk mendapatkan data yang baik maka diperlukan rancangan penelitian dengan tiga tujuan utama yaitu (1) ada Ulangan atau Replikasi; (2) Acak; dan (3) Kontrol Lokal.
Karakteristik perencanaan rancangan yang baik harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Sederhana
2. Tingkat akurasi yang baik
3. Ketiadaan galat/kesalahan sistematik
4. Kisaran keabsahan kesimpulan
5. Perhitungan derajat ketidakpastian

Berdasarkan pendapat para ahli statistika dan melihat cakupan permasalahan pertanian yang sangat luas, maka terbuka pula kesempatan bagi kita untuk berkontribusi dalam penambahan peta kognitif umat manusia melalui pemanfaatan ilmu statistika untuk pertanian. Kita mulai dengan belajar Program Aplikasi Statistika dengan Minitab versi 15.1. Setuju ya?

BAB-3
MENGENAL PROGRAM MINITAB VERSI 15.1

3.1. Target Pembaca

Pada bagian ini, pembaca diharapkan mampu mencapai target :

- Mengetahui fasilitas baru Program Minitab Versi 15.1
- Memahami instalasi program MINITAB Versi 15.1.
- Mengetahui lingkungan kerja MINITAB Versi 15.1
- Memahami cara input data, analisis, simpan data, dan pembuatan gambar atau plotting, dan pembuatan gambar sebagai langkah awal penggunaan program.
- Memahami strategi penggunaan Fasilitas HELP

3.2. Apa yang Baru di Program Minitab 15.1?

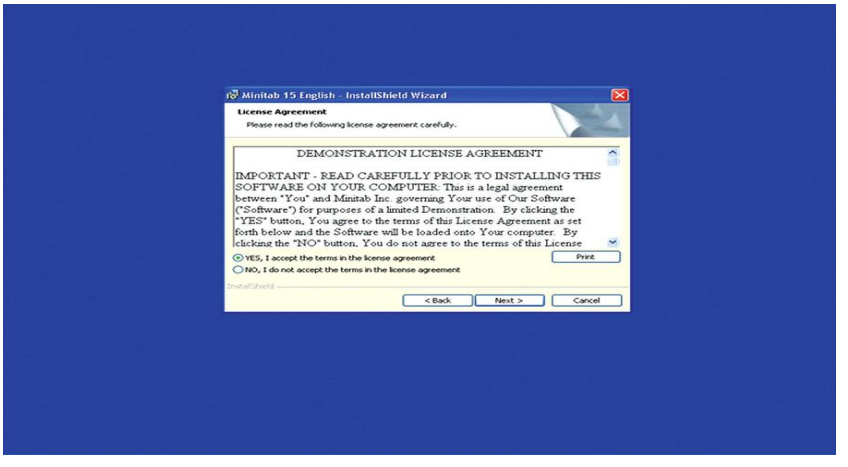
Pertanyaan ini akan terjawab dengan memperhatikan 13 item dari fasilitas Program Minitab Versi 15.1 karena terdapat sejumlah pembaruan. Mulai dari fasilitas teknik perhitungan baru di Menu Calculator, proteksi File di File I/O, sampai pada keterbukaan Minitab untuk "didandani" dengan perintah-perintah makro yang dibuat oleh programmer. Pada Tabel 3.1 berikut ini disajikan ringkasan saja mengenai fasilitas baru yang dapat digunakan oleh pengguna, sedangkan rinciannya dapat dilihat pada Start ▶ Program ▶ Minitab Solutions ▶Minitab Reference ▶What's new in Minitab 15 English.

Tabel 3.1 Penjelasan Fasilitas Baru Minitab 15.1

1	Calculations	Fungsi baru kalkulator mencakup manipulasi teks, geometrik, dan sebaran binominal
2	Data and Data Window	Formula dalam kolom dan konstanta, kemampuan dan format baru untuk waktu dan tanggal, kolom untuk finansial dan persen, fasilitas berkali kali pembatalan perintah (undo/redo).
3	File I/O	Password untuk melindungi file proyek, lebih banyak for mat file yang diimpor/ekspor.
4	Graphs	Grafik baru yang mencakup plot sebaran peluang, dan plot garis, kemampuan pengeditan lanjut yang lebih sederhana dan berdaya guna.
5	Basic Statistics	Uji baru untuk laju Poisson, dan satu ragam, mode sta tistic.
6	Design of Experiments	Rancangan faktorial penuh lebih optimal (Optimal full factorial designs), lebih banyak faktor untuk rancangan respon permukaan, plot optimasi, dan pengaruh plot setengah normal (new half normal plot of effects).
7	Control Charts	New editing options for control charts.
8	Quality Tools	Penghasil lembar kerja Gage R&R, tipe 1 studi gage, pendugaan peluang kesalahan klasifikasi, dan lain-lain
9	Reliability / Survival Analysis	Jaminan Analisis
10	Multivariate	Alpha Cronbach, analisis faktor, dan biplot untuk komponen prinsip (biplot for principal components and factor analyses).
11	Other Statistics	Kurva power untuk ukuran sampel dan power, grafik korelasi silang resolusi tinggi untuk data time seri, dan lain-lain
12	Documentation	Glossary yang lebih rinci, formula dan dan metode yang diperkaya, data-data baru untuk contoh.
13	Minitab Automation	Pemrogram anda akan dapat mendayagunakan analisis kualitas Minitab dan grafiknya pada komputer dan aplikasi web anda.

3.3. Teknik Instalasi Program Minitab 15.1

Bagi pembaca yang telah akrab dengan penggunaan komputer baik untuk piranti keras maupun piranti lunaknya, proses instalasi program dengan mudah dilakukan dengan mengklik icon SETUP.exe yang tersedia di CD program MINITAB Versi 15.1 dengan salah satu proses instalasinya ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1 yang memberikan satu bentuk perjanjian digital. Jika pengguna menyetujuinya maka proses instalasi program akan berlanjut dan batal jika tidak disetujui.



Gambar 3.1 Persetujuan pengguna pada saat instalasi program MINITAB Versi 15.1.

Jika proses instalasi berjalan dengan baik maka dalam kumpulan program sistem Windows yang digunakan akan terdapat icon folder **Minitab Solutions** dan berisi sejumlah icon folder program **Minitab Reference** dan icon program **Minitab Statistical Software English** yang harus dijalankan untuk piranti lunak ini. Pada icon Folder **Minitab Reference** terdapat tiga icon program yaitu **Meet Minitab 15 English**, **Readme Minitab 15 English**, dan **What's New in Minitab 15 English**.

Untuk mendapatkan informasi tersebut maka pembaca harus melaksanakan kegiatan sebagai berikut:

1. Pilih Menu Start ▶Program ▶Minitab Solution
2. Arahkan kursor dengan mouse untuk menyorot Minitab Reference

Kedua langkah tersebut akan mengantarkan anda untuk mengetahui hirarki file dan fungsinya yang terdapat diprogram MINITAB Versi 15.1. Hirarki file dijelaskan pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 Tabel Hirarki File Dalam Program Minitab 15.1

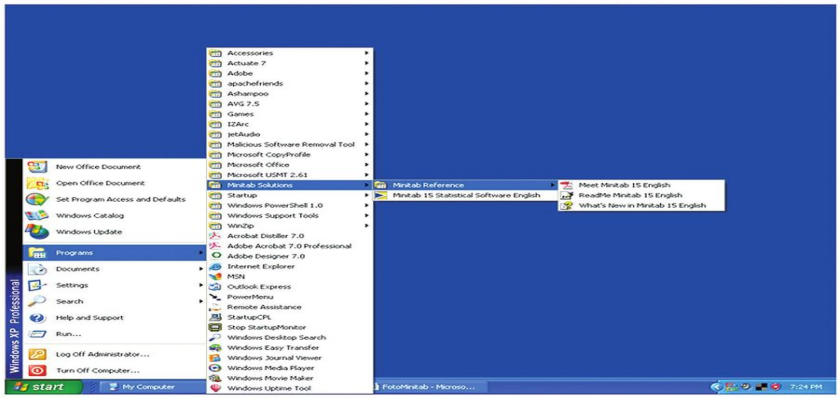
3.4. Lingkungan Kerja MINITAB 15.1

MINITAB Solutions	Minitab Reference	Meet Minitab 15 English	Panduan Minitab dalam format pdf yang dapat dibaca dengan Adobe Acrobat Reader
		Readme Minitab 15 English	Informasi tentang Minitab di sistem Windows yang dibaca dengan Notepad/ Wordpad
		What's New in Minitab 15 English	Informasi hal-hal baru di program Minitab 15.1
	Minitab Statistical Software English		Program Utama Minitab

Penjelasan selanjutnya untuk struktur MINITAB akan menggunakan teknik tabulasi seperti di atas.

Untuk menjalankan program MINITAB Versi 15.1, pengguna dapat menggunakan icon yang tersedia atau tampak di desktop seperti pada Gambar 3.2 dimana pengguna program memulainya dari: Menu START▶ PROGRAM ▶ Minitab Solutions ▶ Minitab 15.1 Statistical Software English.

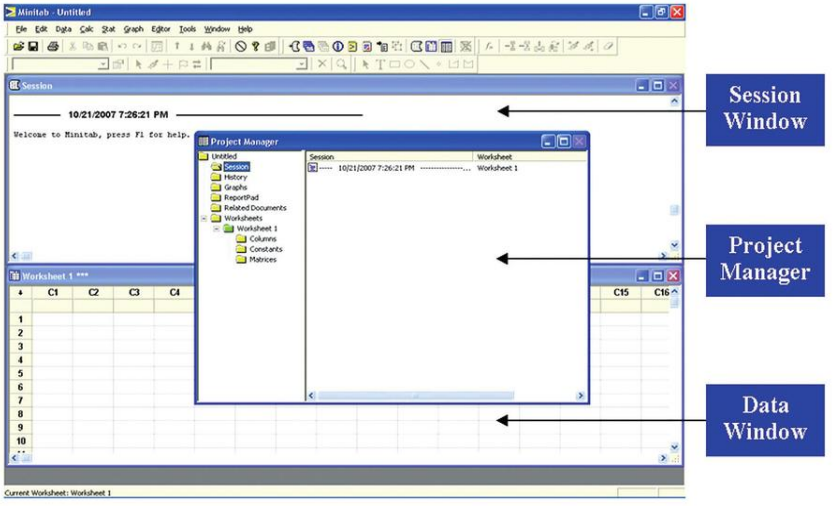
Gambar 3.2 Posisi Program MINITAB Versi 15.1 di Sistem Windows.



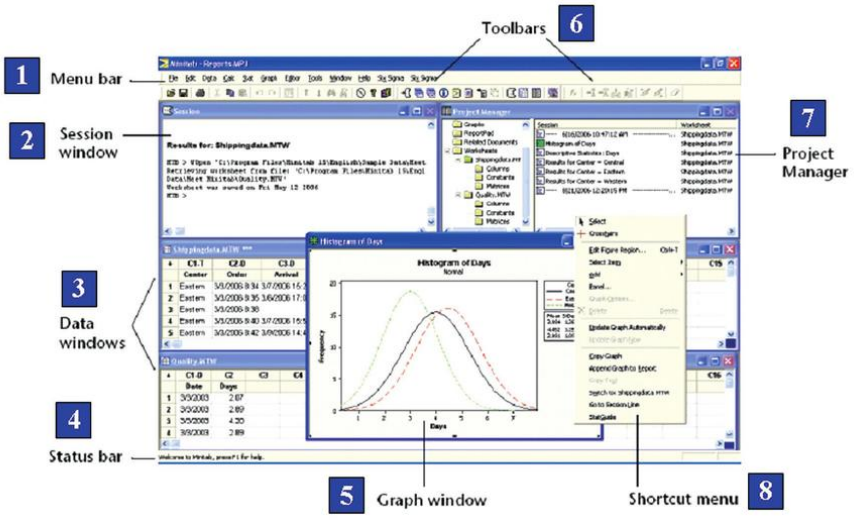
Jika dipilih icon **Minitab 15 Statistical Software English**, maka program

MINITAB akan berjalan dan ditunjukkan seperti pada Gambar 3.3a dan 3.3b berikut ini.

Gambar 3.3a Layout Kerja Program MINITAB Versi 15.1



Gambar 3.3b Lingkungan Kerja Program MINITAB Versi 15.1



Penjelasan dari lingkungan kerja MINITAB di Gambar 3.3a adalah sebagai berikut:

Jendela MINITAB (Minitab windows) terdiri dari tiga bagian yaitu:

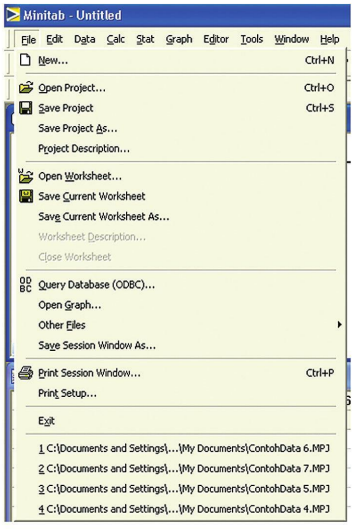
- **Session Windows** (Jendela Session) berisi tampilan dari hasil perhi\tungan yang dapat disajikan dalam bentuk tabel statistika, kolom, konstanta dan matrik.
- **Project Manager** (Manajer Proyek) berisi panduan bagi pengguna untuk melihat hasil pekerjaan, dan berpindah dari satu proses ke proses yang lain. Rincian isi dari bagian dijelaskan pada bagian selanjutnya.
- **Data Windows** (Jendela Data) berisi data yang diinput dengan identifikasi berdasarkan posisi di baris dan kolom dalam lembaran kerja (work-\sheet).

Bagian tersebut akan bertambah lagi dengan Graph window jika digunakan untuk plotting data seperti pada Gambar 3.3b.
Berdasarkan sajian Gambar 3.3b dapat dijelaskan bagian-bagian penting dari lingkungan kerja MINITAB Versi 15.1. Perintah **Menu bar** dan **Project Manager** dijelaskan lebih lanjut dalam Tabel 3.3

Tabel 3.3 Penjelasan lingkungan kerja Minitab versi 15.1
Menu Bar

NO	NAMA		FUNGSI
	Istilah Inggris	Indonesia	
1	**Menu bar**	Tanda Menu	Berisi perintah yang dapat diakses melalui keyboard atau mouse
2	**Session Window**	Jendela Sajian	Jendala penyajian hasil-hasil perhitungan data
3	**Data Windows**	Jendela Data	Untuk pengisian data pada baris dan kolom tertentu
4	**Status Bar**	Tanda Status	Tanda bagian dari lingkungan kerja MINITAB yang aktif digunakan oleh Pengguna (User)
5	**Graph Window**	Jendela Grafik	Tempat tampilan grafik yang dihasilkan dari perintah MINITAB
6	**Toolsbars**	Tanda Alat	Tombol-tombol perintah MINITAB
7	**Project Manager**	Manajer Proyek	Panduan untuk mengelola lingkungan kerja MINITAB. Bagian yang dikelola yaitu Lembar kerja (Worksheet), grafik (Graph), Laporan, dan rekaman perintah-perintah yang telah diberikan oleh pengguna.
8	**Shortcut menu**	Menu Pintas	Ikon-ikon perintah yang tersedia di masing-masing jendela program MINITAB jika pengguna melakukan **Click Kanan** dari mouse komputer.

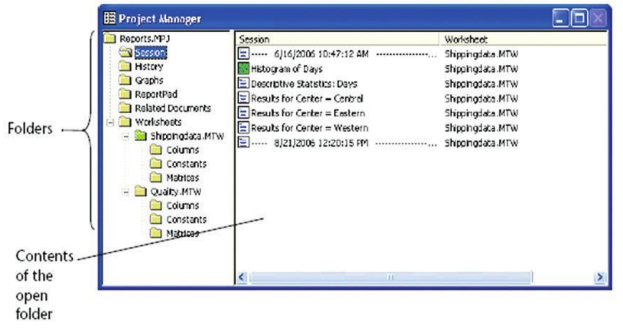
Menu bar berisi kumpulan perintah **untuk File, Edit, Calc, Stat, Graph, Editor, Tools, Window,** dan **Help.**
Gambar 3.4 Perintah-perintah yang tersedia di Menu bar.



Catatan:
Pengguna dapat menjelajahi semua Menu bar untuk mengetahui perintah-perintah yang tersedia di MINITAB versi 15.1

Project Manager
Jika Project Manager dikaji lebih lanjut maka diteliti lebih lanjut maka akan tampak seperti Gambar 3.5 berikut ini:

Gambar 3.5 Isi file dari Project Manager Minitab 15.1 yang dapat diikuti



untuk mengetahui hasil pekerjaan.
Dalam jendela Project Manager terdapat folder-folder Session, History,

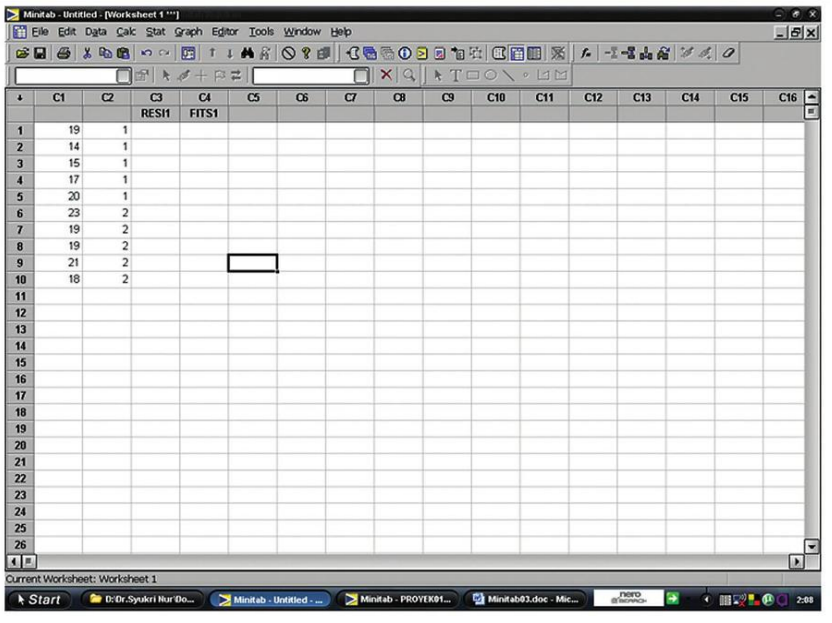
Graph, ReportPad, Related Dokuments,Worksheets. Nama file akan dipakai sebagai judul project. Penjelasan masing-masing folder tersebut disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 3.4. Penjelasan lingkungan di Program Manager

ISI FOLDER	KETERSEDIAAN PROGRAM	FUNGSI/ KEGUNAAN
Session	■ Semua hasil perintah diberikan oleh pengguna ■ Semua Grafik yang dibuat	Pengelolaan jendela saji yang digunakan untuk: ■ Berpindah ke jendala perintah lain ■ Melakukan Copy (gandakan), Delete (hapus), rename (ubah nama), dan print (cetak) Grafik· Tambahan jendela untuk laporan dengan Melakukan
History	Catatan dari semua perintah yang telah digunakan	Untuk mengingatkan hasil pekerjaan
Graph	Daftar grafik yang dibuat dari proyek anda	Mencatat jenis dan waktu pembuatan grafik
ReportPad	Pembuatan laporan	Untuk membuat laporan dengan menggunakan pengolah kata yang anda miliki seperti MSOFFICE 2003
Related Documents	Semua program, dokumen atau koneksi internet yang terkait dengan proyek anda	Untuk membantu pebuatan laporan atau akses informasi
Worksheet	Kolom, konstanta, dan matrik dari lembar kerja proyek anda	

3.5. Masukan Data dan Perintah

Program MINITAB 15.1 menggunakan sistem pemasukan data dengan menggunakan dua cara. **Pertama**, secara langsung melalui keyboard. **Kedua**, melalui file yang direkam dalam format XLS yang dapat dibuat melalui program EXCEL. Berdasarkan gambar 3.6 tampak bahwa format pencatatan data di Minitab menggunakan worksheet(lembar kerja) yang mirip dengan Microsoft Excel sehingga diperoleh format kolom dan baris yang serupa. Untuk kolom menggunakan huruf yang dimulai dari C1..... C4000 sedangkan barisnya sampai lebih dari 12.000 baris sehingga dalam satu worksheet dapat tertampung sekitar 48 juta data.



Gambar 3.6 Format pemasukan data di Minitab 15.1 yang dapat dipantau di worksheet.

Kendati terdapat 48 juta data yang dimasukkan dalam Minitab 15.1 namun untuk memasukkannya harus memperhatikan perintah-perintah yang dibutuhkan, cara penyimpanan data, algoritma statistika sehingga menghasilkan keluaran yang optimum.

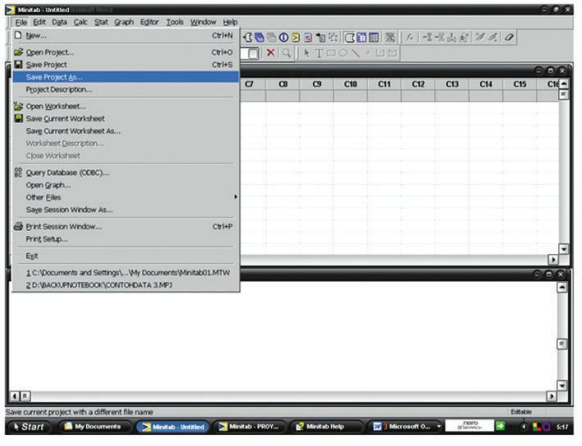
Untuk memberikan perintah di Minitab 15.1 dapat dilakukan dengan dua cara yaitu **Pertama**, melalui pemanfaatan mouse dengan mengklik fasilitas di menu; **Kedua**, perintah juga dapat dilaksanakan melalui pengetikan via keyboard di jendela session. Anda dapat memilih salah satu dari cara pemberian tersebut.

3.6. Penyimpanan Data

Program Minitab 15.1 dapat melakukan penyimpanan data di lembaran kerja (worksheet) dan Project. Keduanya, worksheet dan Project, memberikan fasilitas penyimpanan dengan memberikan nama lain. Namun demikian, dapat dibedakan dari ekstension dari namanya, extension MTW untuk worksheet dan MPJ untuk project.

Fasilitas penyimpanan data dapat dilaksanakan melalui:

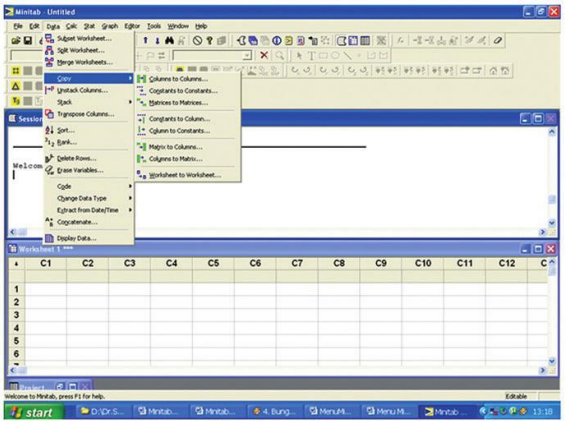
1. Klik Menu **FILE** ▶ **Save Project** atau ▶ **Save Project As** untuk project.
2. Klik menu **FILE** ▶ **Save Worksheet** atau ▶ **Save Worksheet As** untuk lembaran kerja seperti yang disajikan pada Gambar 3.7 berikut ini.



Gambar 3.7. Fasilitas penyimpanan data dalam bentuk lembar kerja (worksheet) ataupun project di program Minitab 15.1

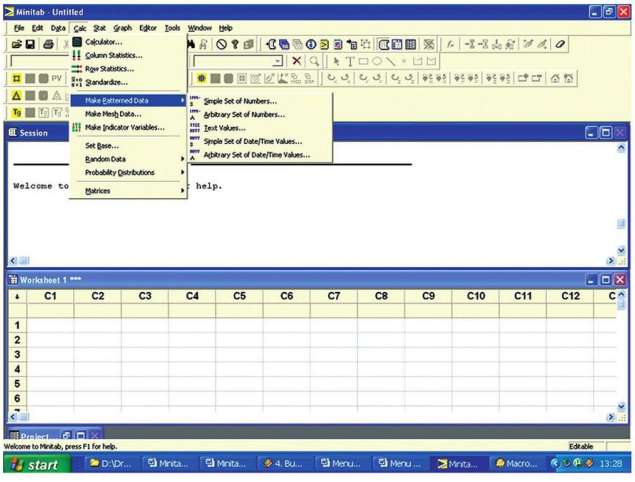
3.7. Pengolahan dan Analisis Data

Program Minitab 15.1 memberikan fasilitas pengolahan atau analisis data yang dibagi menjadi empat kelompok pengolahan yaitu **Data**, **Calc**, **Stat**, dan **Graph**. Masing-Masing kelompok perintah diakses dengan cara sebagai berikut:



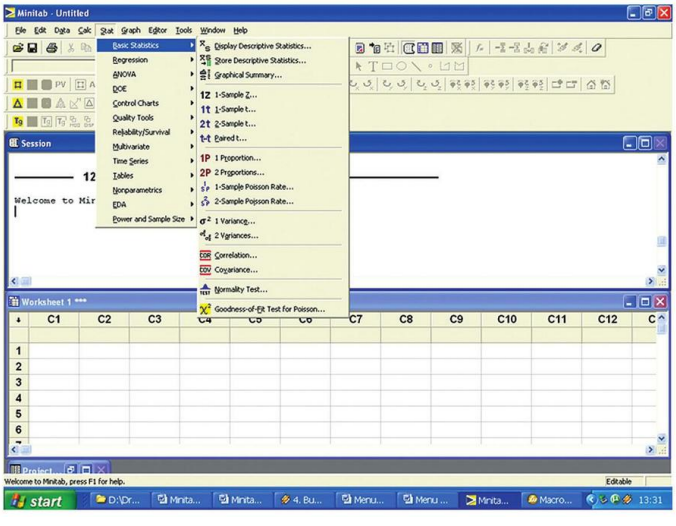
3.7.1. Data

Klik menu Data untuk tampilkan perintah di kelompok Data ; maka akan tampil seperti gambar berikut ini:

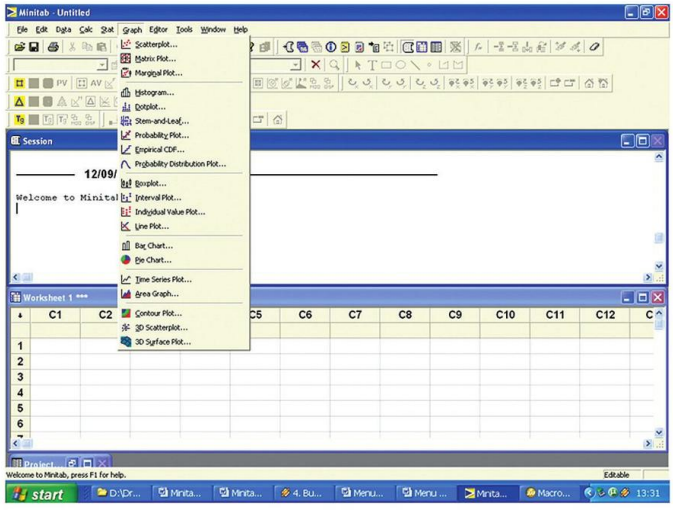


3.7.2. Calc

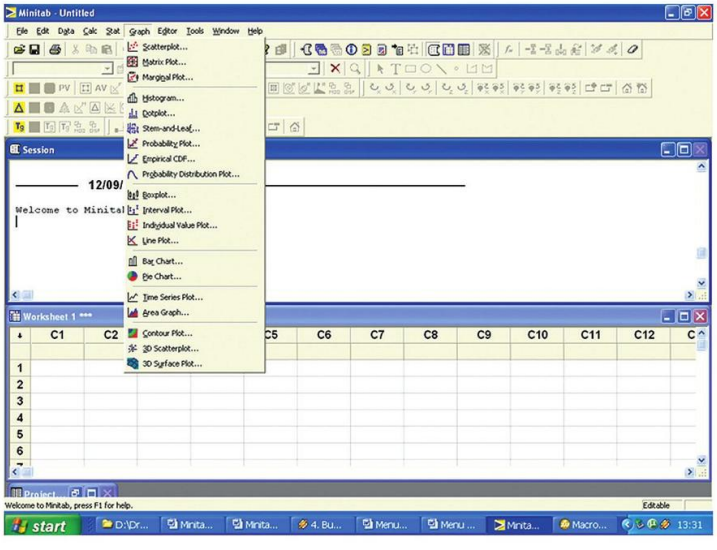
Klik menu Calc untuk tampilkan perintah di kelompok Calc, maka akan tampil seperti gambar berikut ini:



3.7.3. Stat
Klik menu Stat untuk tampilkan perintah di kelompok Stat



3.7.4. Graph
Klik menu Graph untuk tampilkan perintah di kelompok Graph



Catatan Penting:
- Toolbar menyediakan menu Data, Cal, Stat, dan Graph sebagai pintu awal untuk mendapatkan item-item perintah yang sesuai dengan target anda dalam pengolahan data.
- Rincian item-item dalam menu Data, Cal, Stat, dan Graph disajikan pada Lampiran 1 untuk memudahkan anda menelusuri dan mengkajinya lebih lanjut.

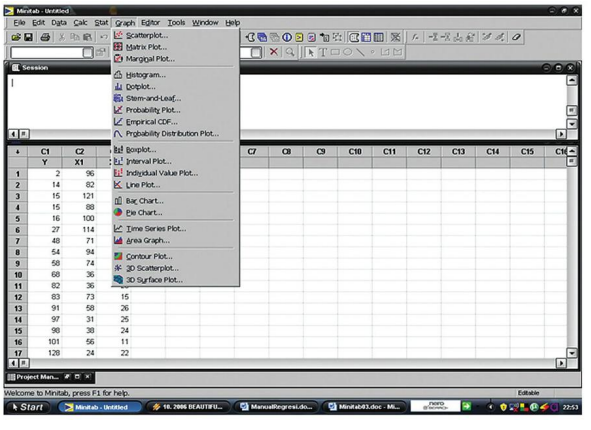
3.8. Pembuatan Gambar

Penjelasan ini disajikan sebagai bentuk panduan awal kepada Anda untuk mengenal penggunaan Minitab 15.1 karena, umumnya, setiap langkah pengolahan data statistika, diawali dengan pembuatan gambar dalam bentuk plot, chart, dan sebagainya. Pembuatan gambar itu untuk menunjukkan pola data yang kita peroleh yang dikenal sebagai metode grafik (*Graph Method*).

Menurut Chambers *at al*. (1983)*, Metode grafik digunakan untuk eksplorasi data dan meningkatkan analisis statistik numerik klasik. Dalam eksplorasi data, kemampuan metode grafik terletak pada (1) melihat pola dan hubungan data; (2) untuk meyakini atau menolak harapan yang dirancang dalam penelitian; dan (3) untuk menemukan fenomena baru.

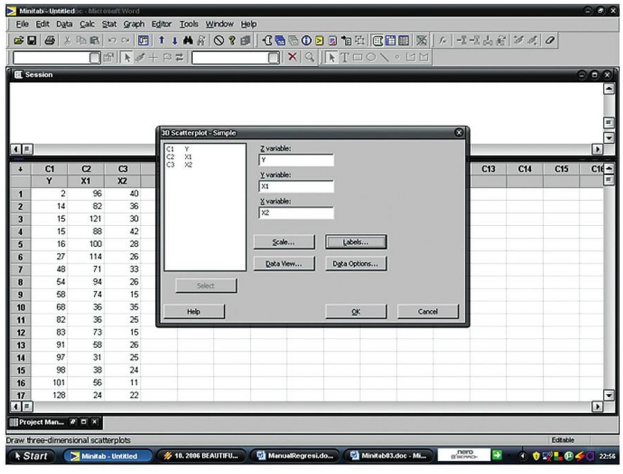
Untuk pembuatan gambar, anda dapat menggunakan Minitab dengan langkah sebagai berikut:

1. Klik menu Graph pada toolbar, kemudian pilih jenis plot yang diinginkan seperti tampak pada gambar berikut ini:

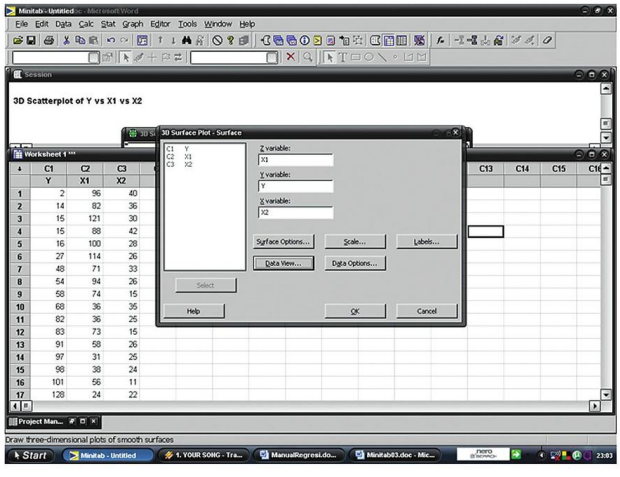


* Chambers, J.M., W.S. Cleveland., B. Kleaner., P.A. Tukey. 1983. Graphical Methods for Analysis Data. Duxbry Press. Boston. 395p.

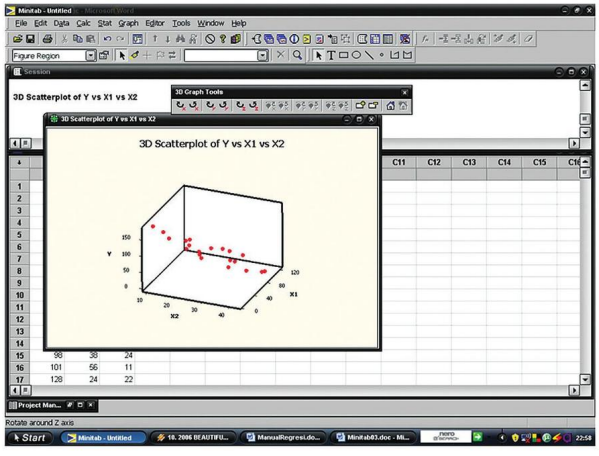
2. Pada bagian ini, anda mendapatkan contoh data berupa dalam kolom X1, X2, dan Y yang menjadi bagian simulasi untuk analisis regresi berganda. Kemudian anda diminta untuk membuat plot pencarnya (scatterplot), maka yang dilakukan adalah klik menu **Graph ▶Scatterplot** sehingga muncul gambar berikut ini



3. Kemudian pilih peubah Y dalam kolom C1 menjadi variabel Z dengan cara sorot dengan mouse **C1 Y** dalam daftar peubah, kemudian **Enter**. Demikian juga untuk **C2 X1** dan **C3 X2** sehingga kotak dialog Z, Y, dan X variable terisi semua. Hasilnya disajikan pada gambar berikut ini.

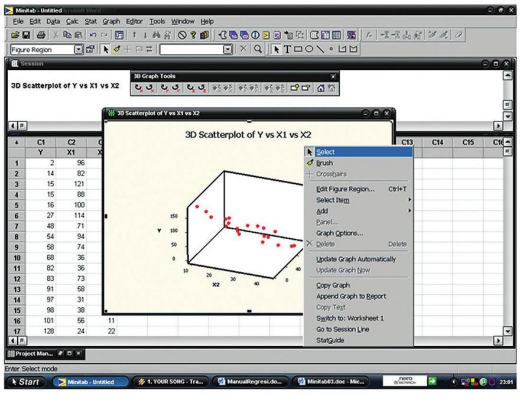


Tampilan dalam bentuk Scatterplot sebagai berikut:



3.9. Pembuatan Laporan

Program Minitab versi 15.1 memudahkan anda membuat laporan karena hasil analisis statistika dapat disalin (copy & paste) ke program pengolah kata dan lembaran kerja yang tercakup dalam Microsoft Office. Caranya, klik kanan pada grafik yang hendak disalin kemudian pilih **Copy Graph** seperti disajikan pada gambar berikut ini.



Kemudian gambar dapat dipindahkan ke program aplikasi yang diinginkan di Microsft Office, dengan menekan tombol [Ctrl]+[V]. Namun demikian, langkah ini akan memakan memori cukup besar di komputer dan file yang disimpan, tetapi memberikan manfaat baha grafik yang disalin dapat diperbaharui (update) sesuai dengan perubahan data dan analisis yang dilakukan.

Jika anda hanya melakukan salinan biasa dengan memanfaat cetak layar atau Print Screen [Fn]+[PrtSc], maka gambar yang dimuat dianggap sebagai image biasa oleh komputer dan tampilan tidak dapat diperbaharui.

3.10. Manfaatkan Contoh Data

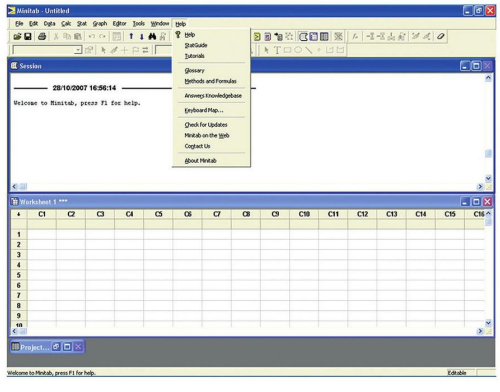
MINITAB 15.1 telah menyediakan contoh-contoh data untuk membantu memperkuat pemahaman pembaca dalam analisis statistika dengan program ini. Jumlah data yang tersedia 179 buah dan juga terbagi dalam bentuk langsung data, atau secara tidak langsung dalam bentuk folder yang berisi sejumlah contoh data.

Ada enam folder contoh data yang masing-masing berisi data dalam format MTW atau TXT, rinciannya sebagai berikut:

1. Meet MINITAB berisi 8 contoh data
2. Student1 berisi 20 contoh data
3. Student 8 berisi 17 folder data
4. Student 9 berisi 64 data
5. Student12 berisi 80 obyek
6. Student14 berisi 94 obyek

3.11. Manfaatkan Fasilitas Help

Program MINITAB Versi 15.1 memberikan Fasilitas Help (Bantuan) kepada pengguna jika mengalami kesulitan dalam penyelesaian masalah atau berkeinginan mempelajari lebih lanjut suatu topik statistika. Fasilitas Bantuan ini dapat diakses dengan klik MENU **Help** pada toolbar sehingga terjadi tampilan berikut ini.



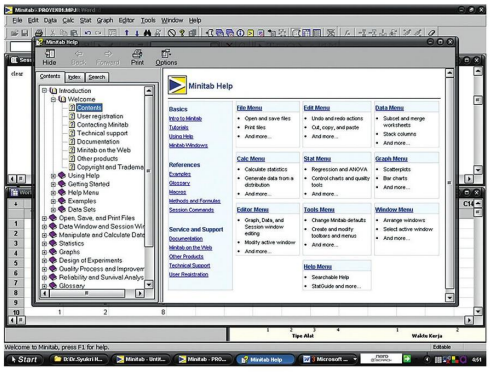
Gambar 3.5 Tampilan Fasilitas HELP di MINITAB Versi 15.1

Fasilitas Help terdiri dari item-item yang dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut ini:

Tabel 3.6 Item fasilitas bantuan Minitab 15.1

ITEM-ITEM FASILITAS DI MINITAB 15.1	KEGUNAAN
? HELP	Fasilitas Bantuan Awal yang menyajikan seluruh item bantuan kepada pengguna yang akan memilih bagian informasi yang dibutuhkannya
StatGuide	Panduan Statistika bagi Penguna Minitab, termasuk istilah dan metode yang digunakan dalam analisis statistika
Tutorial	Panduan Ringkas pengguna Minitab untuk lima topik utama yaitu (1) Plotting Data; (2) Pengisian dan Pengolahan data; (3) Analisa Data; (4) Pengendalian Kualitas; serta (5) Perancangan dan Percobaan.
Glossary	Daftar istilah
Methods and Formula	Metode dan rumus-rumus yang terkait dengan statistika.
Answer Knowledgebase	Link dengan website minitab untuk mencari jawaban di http://www.minitab.com/answers
Keyboard Map	Panduan tombol tombol di keyboard yang dapat dimanfaatkan untuk pengguna
Check for Update	Untuk pengecekan program Minitab terbaru
Minitab on the Web	Link ke http://www.minitab.com
Contact Us	Link ke http://www.minitab.com/contacts
About Minitab	Link ke sistem informasi komputer pengguna yang telah menginstal program Minitab.

Jika di klik Menu Help, kemudian memilih? Help maka akan tampil sebagai berikut:



Gambar 3.7 Salah satu item fasilitas Help (Bantuan) Minitab 15.1

BAB-4
ANALISIS STATISTIKA DASAR
(Statistika Deskriptif)

4.1. Target Pembaca

Pada bagian ini, pembaca diharapkan mampu mencapai target:

- Mengerti tentang analisis statistika dasar, khususnya statistika deskriftif dan statistika inferensia.
- Mampu membedakan setiap istilah dalam statistika dasar dan Statistika Deskriptif
- Mampu menggunakan program Minitab 15.1 untuk analisis statistika dasar
- Mampu menyelesaikan persoalan-persoalan yang terkait dengan analisis statistika dasar.

4.2. Pengertian

Pada awal tulisan ini, penulis menyarankan untuk membaca dua buku dalam rangka memahami pengertian dan perbedaan istilah-istilah yang dipakai dalam statistika. Terutama pengertian statistika inferensia dan statistika deskriftif. Ketiga buku itu adalah :

1. Spiegel M.R., and L. J. Stephens. 1999. Statistik (Terjemahan). Schaum. Edisi ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta. 429p.
2. Erson, T. W., and S.L. Sclove. 1986. The Statistical Analysis of Data. The Scientific Press. 628p.
3. Steel R.G. D., dan J.H. Torrie. 1981. Principles and Procedures of Statistics: A biomterical approach. MCGraw-Hill. Aukland. 633p.

Statistika inferensia dinyatakan sebagai bagian dari ilmu statistika yang berhubungan dengan syarat-syarat dimana kesimpulan yang ditarik dinyatakan valid. Oleh karena kepastian tidak bersifat mutlak maka seringkali digunakan istilah probabilitas (peluang) dalam pernyataan kesimpulan tersebut.

Statistika deskriptif dinyatakan sebagai bagian dari ilmu statistika yang hanya bertujuan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan serta menganalisis suatu kelompok yang diberikan tanpa melakukan proses penarikan

kesimpulan atau inferensi tentang kelompok yang lebih besar atau luas.

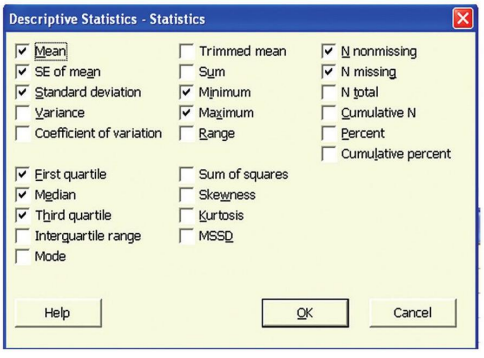
Dua definisi ini mengantarkan pertanyaan-pertanyaan lanjutan yang sebaiknya dicari sendiri oleh pembaca dari ketiga buku tersebut. Pertanyaan itu antara lain: pengertian populasi, sampel, dan bilangan acak (*random number*), peubah (*variable*), dan konstanta. Istilah-istilah tersebut tidak dibahas dalam buku ini karena kita berkonsentrasi pada upaya penggalian pengalaman teknis, dan sebelum telah dibekali teori statistika dari mata kuliah atau bacaan sebelumnya.

Pada bagian statistika deskriptif yang menjadi bagian statistika dasar, program Minitab menyediakan berbagai fasilitas perhitungan yang disajikan dalam Tabel 4.1 dengan lima kelompok pembagian yaitu (1) pengukur pusat kecenderungan; (2) pengukur posisi; (3) pengukur penyebaran; (4) bentuk sebaran; (5) ukuran sampel.

Tabel 4.1 Tabel lima kelompok statistika deskriptif

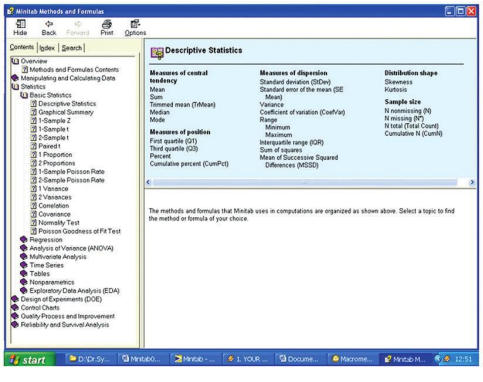
NO	STATISTIKADASAR	
	INGGRIS	INDONESIA
A	Measures of Central Tendency	Pengukur Pusat Kecenderungan
	Mean	Rataan
	Sum	Jumlah
	Trimmed mean (TrMean)	
	Median	Median (Nilai Tengah)
	Mode	Modus
B	Measures of Position	Pengukur Posisi
	First quartile (Q1)	Kuartil Pertama
	Third quartile (Q3)	Kuartil Ketiga
	Percent	Persen
	Cumulative percent (CumPct)	Persen Kumulatif
C	Measures of Dispersion	Pengukur Penyebaran
	Standard deviation (StDev)	Standar deviasi
	Standard error of the mean (SE Mean)	Galat Standar Rataan
	Variance	Ragam
	Coefficient of variation (CoefVar)	Koefisien ragam
	Range	Kisaran
	Minimum	Minimum
	Maximum	Maksimum
	Interquartile range (IQR)	Kisaran Interkuartil
	Sum of squares	Jumlah Kuadrat
	Mean of Successive Squared Differences (MSSD)	
D	Distribution Shape	Bentuk Sebaran
	Skewness	Kemiringan
	Kurtosis	Kurtosis
E	Sample Size	Ukuran Sampel
	N nonmissing (N)	N tidak hilang
	N missing (N*)	N hilang
	N total (Total Count)	N total
	Cumulative N (CumN)	N kumulatif

Berdasarkan pembahasan di bagian 4.2, anda akan disajikan beberapa bagian dari statistika deskriptif yang sering digunakan dan standar untuk pengolahan data yaitu rataan (mean), Standar Galat dari rataan (SE of mean); Standar deviasi (Standar deviation); Minimum, Maximum, Jumlah N yang tidak hilang (N nonmissing); Jumlah N yang hilang (N missing); Kuartil Pertama (First quartile); median (Median); dan kuartil Ketiga (Third quartile).



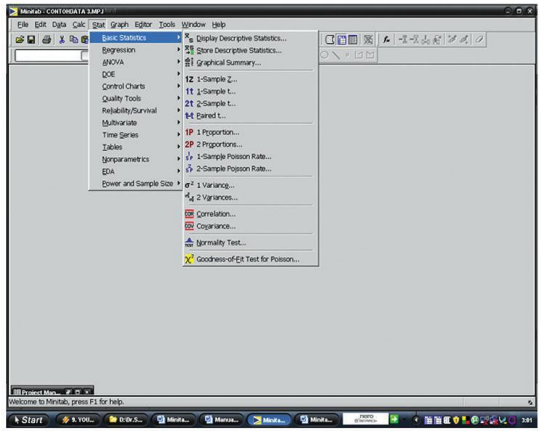
Gambar 4.1 Item-item yang dipilih dan menjadi standar pilihan di Statis tics Descriptive program Minitab.

Sisanya dapat anda pelajari dengan bantuan fasilitas Help yang dipilih dengan mengaktifkan program Minitab kemudian klik menu **Help ▶ Methods and Formulas ▶ Basics Statistics ▶ Descriptive statistics**. Hasil akhirnya seperti yang nampak pada gambar berikut ini:



Gambar 4.2. Fasilitas bantuan (Help) di Minitab untuk mempelajari Statististik deskriptif.

Cakupan analisis statistika deskriptif antara lain adalah nilai rataan, standar deviasi rataan, nilai terbesar (maksimum), nilai terkecil (minimum), Kuartil Pertama, Kuartil Ketiga, dan median. Namun demikian cakupan item untuk statistika dasar disajikan pada Gambar berikut jika anda memilih menu Stat ▶Basics Statistics:



Gambar 4.3 Statistika Dasar di Minitab;

1. Nilai Rataan

Nilai rataan (mean) merupakan indikator umum yang digunakan untuk mengukur pusat kecenderungan karena nilainya tergantung pada jumlah nilai keseluruhan dibagi dengan jumlah pengamatan Ó x_i yang tidak hilang (N), dan dinyatakan sebagai persamaan berikut ini.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

2. Standar Deviasi Rataan

Standar deviasi adalah kisaran yang terdapat dari distribusi data yang ada dan dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \sum x_i^2 / N}{N-1}}$$

3. Nilai Terbesar (Maksimum)

Nilai terbesar adalah nilai yang besar dari serangkaian data pengamatan.

4. Nilai Terkecil (Minimum),
   Nilai terbesar adalah nilai yang paling kecil dari serangkaian data pengamatan.
5. Kuartil Pertama
   Nilai yang berada posisi 25% dari rangkaian data dan sering dilambangkan dengan Q1. Persamaan dapat diperhatikan dari fasilitas Help Minitab.
6. Kuartil Ketiga
   Nilai yang berada posisi 75% dari rangkaian data dan sering dilambangkan dengan Q3. Persamaan dapat diperhatikan dari fasilitas Help Minitab.
7. Median
   Median adalah nilai tengah dari satu rangkaian data pengamatan.

4.3. Contoh Latihan Statistika Deskriptif

Berikut ini diberikan contoh data dari hasil ujian 50 mahasiswa tingkat yang mengambil mata kuliah Ilmu Statistika dasar pada sebuah perguruan tinggi.

Tabel 4.2 Nilai ujian statistika 50 mahasiswa

No	Nilai	No	Nilai
1.	37	26.	89
2.	88	27.	98
3.	58	28.	66
4.	92	29.	78
5.	66	30.	45
6.	98	31.	65
7.	44	32.	49
8.	56	33.	54
9.	68	34.	68
10.	55	35.	64
11.	60	36.	65
12.	72	37.	60
13.	56	38.	69
14.	35	39.	55
15.	27	40.	67
16.	40	41.	89
17.	52	42.	80
18.	59	43.	78
19.	67	44.	56
20.	58	45.	45
21.	69	46.	56
22.	72	47.	68
23.	77	48.	78
24.	78	49.	83
25.	82	50.	80

Berdasarkan data ini maka anda diminta untuk:
1. Menghitung nilai rataan, standar deviasi rataan, maksimum, minimum, kuartil pertama, kuartil ketiga, dan median dengan menggunakan program Minitab;
2. Membuat ringkasan grafik dan analisis statistika dasar dengan program Minitab.

4.4. Tampilan Statistik Dasar

Sebelum menyelesaikan persoalan yang disajikan pada bagian 4.3, anda perlu mengetahui bahwa Program Minitab menyajikan pengolahan statistika dasar selain statistika deskriptif yang tersaji pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rincian Statistika Dasar

Basic Statistic	Penjelasan
Display Descriptive Statistics	Menampilkan Statistik deskriptif
Store Descriptive Statistics	Simpan Statistik deskriptif
Graphical Summary	Ringkasan Grafik
1 Sample Z	1 Sampel Z
1 Sample t	1 Sampel t
2 Sample t	2 Sampel t
Paired t	Uji t berpasangan
1 proportion	1 proporsi
2 proportions	
1 Sample Poisson Rate	Laju Poisson Sampel
2 Sample Poisson Rate	
1 Variance	
2 Variances	
Correlation	
Covarience	
Normality Test	
Goodness of Fit Test for Poisson	

Data seperti pada Tabel 4.3 dapat diperoleh dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:
1. Jalankan program Minitab melalui Start ▶Program Minitab
2. Klik menu Stat ▶ Basic Statistic

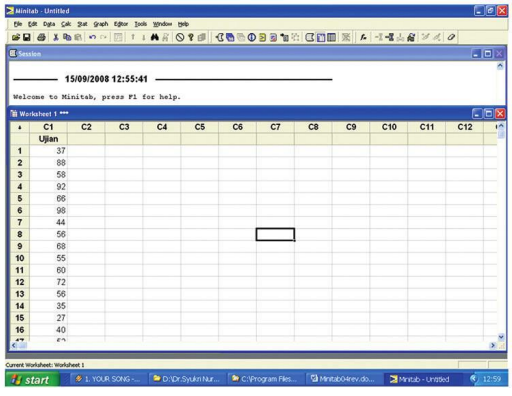
Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan yang dijelaskan pada bagian 4.5

4.5. Proses Perhitungan

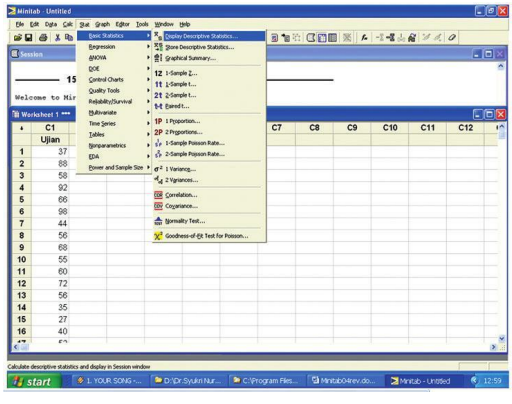
4.5.1 Melalui Submenu Display Descriptive Statistics

Langkah perhitungan dari persoalan dibagian 4.3 dapat diselesaikan dengan mengikuti tahapan berikut ini:

1. Pengisian data di lembar kerja (worksheet) seperti gambar berikut. Pengisian data ini persis dengan penggunaan lembar kerja di program Excel (Microsft Office).

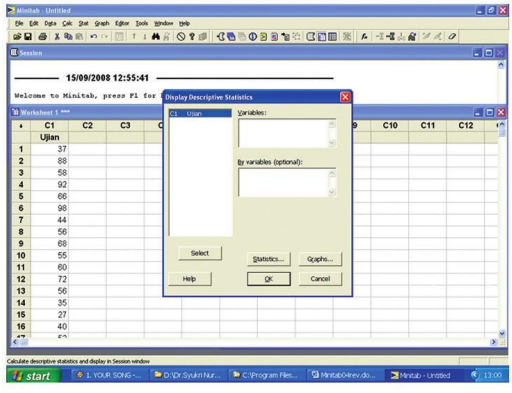


2. Klik menu Stat %%Basic Statistics %% Display Descriptive Statistics

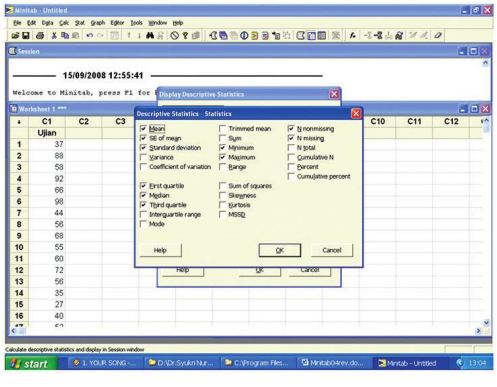


3. Jika anda benar melakukan langkah 2 maka tampil kotak dialog **Display Descriptive Statistics** seperti gambar berikut ini:

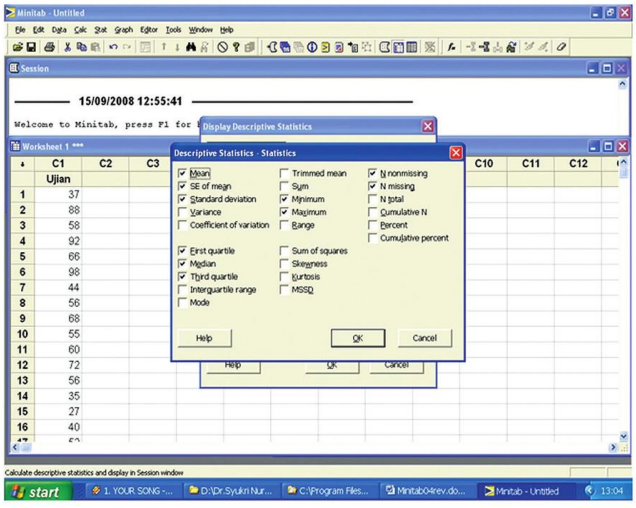
4. Pada kotak dialog **Display Descriptive Statistics**, pilih **C1 Ujian** dengan cara menyorotnya menggunakan mouse dan klik tombol **Select** pada kotak dialog **Variable**, maka tampil seperti Gambar berikut:



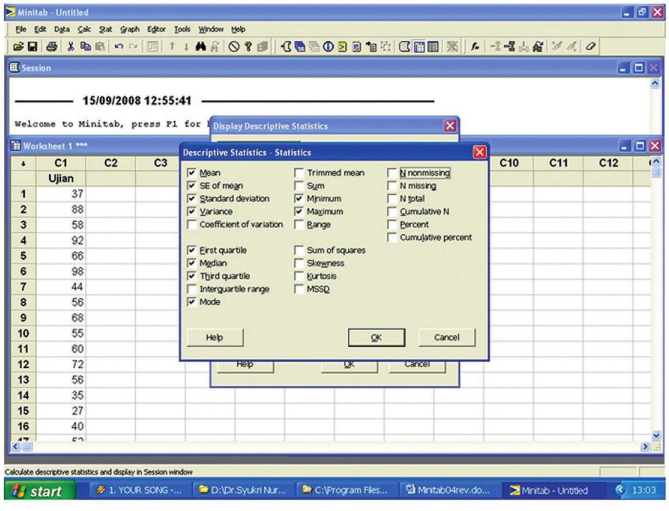
5. Klik tombol Statistics pada kotak dialog Display Descriptive Statistics, maka akan muncul gambar berikut ini yang berisikan kolom yang dipilih dengan mencontreng saja item-item yang dikehendaki. Pilihan contreng dapat dilakukan mengklik dengan mouses pada kotak putih sampai terdpat gambar Contreng, demikian sebaliknya untuk meniadakannya. **Catatan Penting :** Karena standar kotak dialog selalu melibatkan N nonmissing dan N Missing sebagai standar program ini, maka untuk meniadakan item tersebut maka anda perlu mengklik dua kota dialog tersebut dengan mouse.



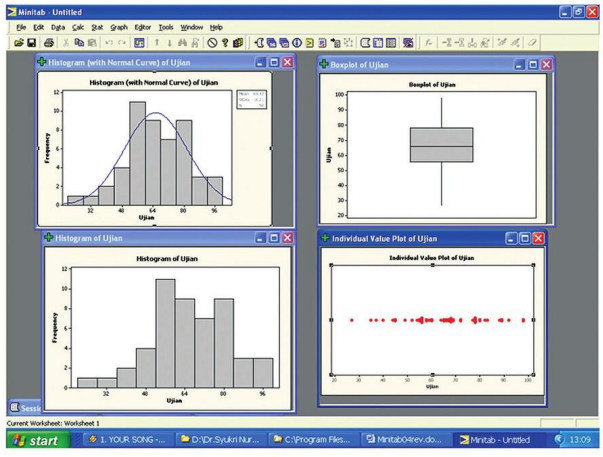
6. Berdasarkan target anda, maka yang perlu diklik item-item seperti Gambar berikut ini, kemudian tekan tombol **OK**

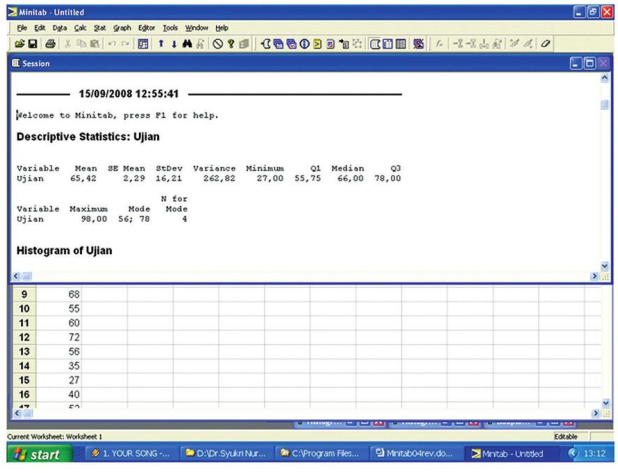


7. Jika anda perlu membuat plot dari indikator Statistika deskriptif tersebut, maka klik tombol Graph kemudian contreng bentuk yang anda perlu seperti pada Gambar berikut ini. Setelah tekan atau klik tanda OK pada setiap kotak dialog.



Hasilnya seperti gambar berikut dengan sedikit modifikasi menggunakan mouse:



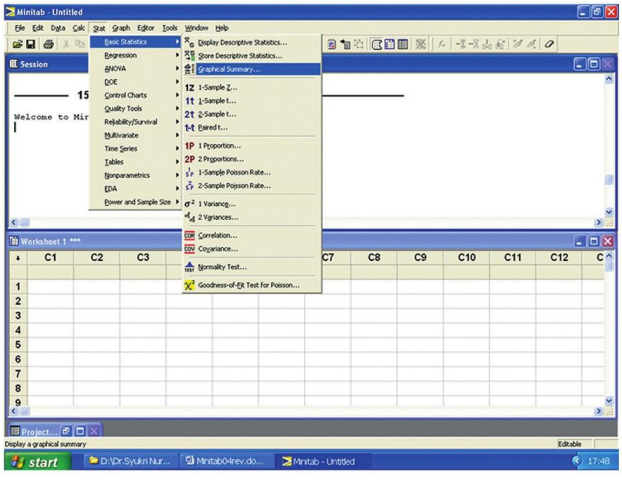


8. Setelah selesai langkah 7, anda dapat melihat hasil perhitungan Statistik Deskriptif dengan memilih Jendela Session seperti pada gambar berikut ini.

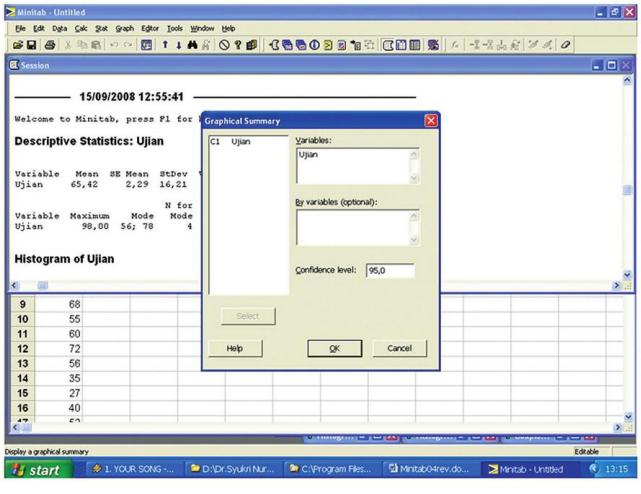
4.5.2 Melalui submenu Graphical Summary

Berdasarkan fasilitas yang tersedia di menu Basic Statistics, anda dapat mendayagunakan sub menu graphical statistics dengan cara:

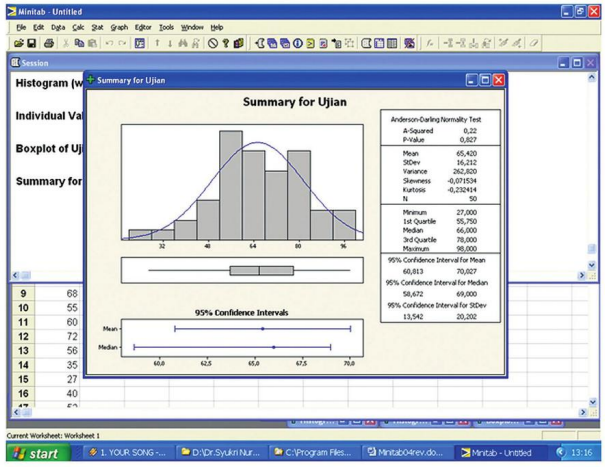
1. Pilih menu Stat ▶Basic Statistics ▶ Graphical Summary seperti gambar berikut ini.



2. Kotak dialog tampak seperti berikut ini, kemudian pilih Ujian (C1) untuk dimasukkan pada kotak dialog Variable. Selanjutnya anda juga dapat melakukan modifikasi tingkat kepercayaan (Confidence level) dari standar 95,0. seperti gambar berikut.



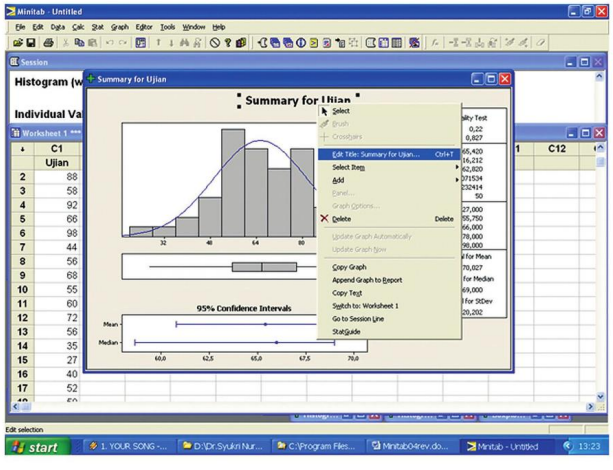
3. Klik OK pada semua kotak dialok, kemudian hasilnya seperti gambar berikut:



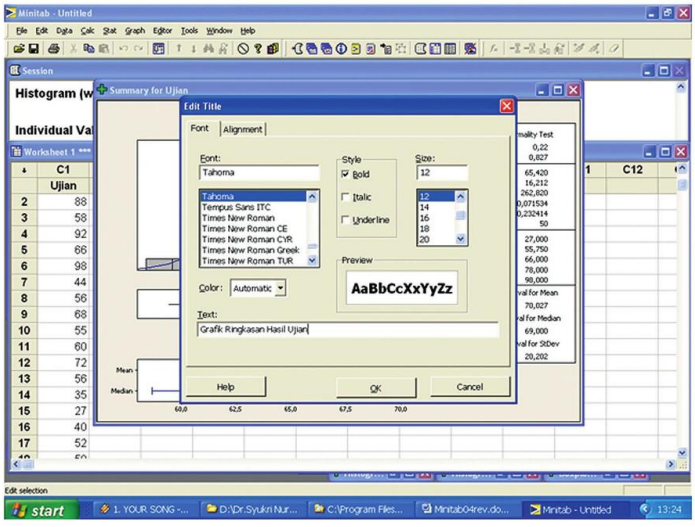
4.6. Memperbaiki Grafik

Pada bagian 4.5.2, tepatnya di langkah keempat, anda telah berhasil membuat grafik, namun judul grafik masih dalam teks bahasa Inggris yang berjudul "Summary for Ujian" yang hendak diubah menjadi "Grafik Ringkas-an Hasil Ujian" dalam bahasa Indonesia. Langkah-langkah untuk memperbaikinya adalah:

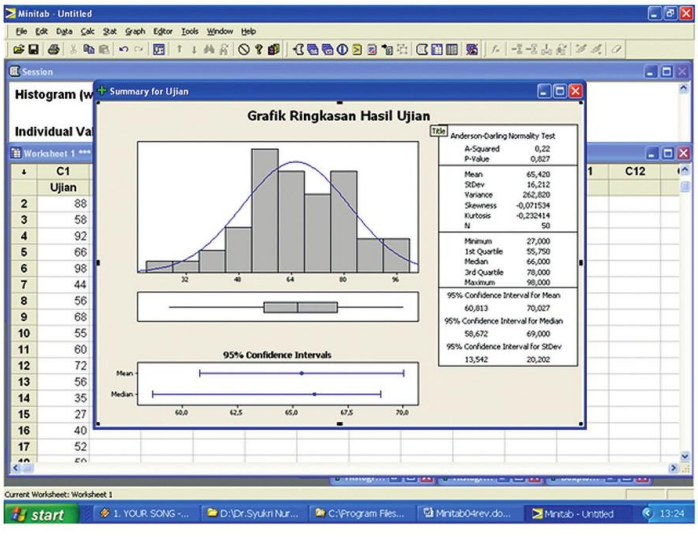
1. Klik kanan dengan mouse pada bagian judul "**Summary for Hijau**", kemudian arahkan mouse anda ke **Edit Title: Summary for Ujian**" atau dengan menekan **[Ctrl]+[T]** secara bersamaan sehingga tampak gambar seperti berikut ini.



2. Pada kotak dialog **Edit Title**, ketik judul yang dikehendaki "**Grafik Ringkasan Hasil Ujian**", kemudian tekan **OK** maka hasilnya seperti berikut ini.



3. Setelah anda sukses pada langkah ke 2, maka dilayar tampak perubahan judul seperti Gambar berikut ini.



Catatan Penting :
Berdasarkan pengalaman anda mengikuti panduan proses pengolahan data untuk statistika deskriptif dengan melalui menu (1) Display Descriptive Statistics dan (2) submenu Graphical Summary, maka tampak perbedaan yang jelas.

Perbedaan pertama, terletak pada jumlah tahapan yang harus dilalui akan lebih ringkas di no 2 daripada nomor 1.

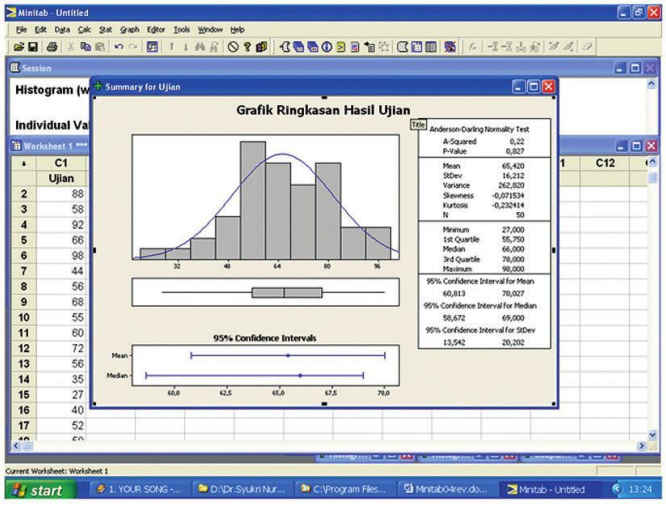
Perbedaan Kedua, indikator statistika deskriptif yang tersedia di nomor 1 lebih banyak pilihan, sedangkan di nomor 2 hanya indikator standar. Artinya, langkah nomor 1 dapat dipilih oleh pengguna sesuai dengan kebutuhan dan target analisanya.

Persamaan yang ada dari dua cara tersebut adalah memberikan informasi statistika deskriptif dan tampilannya dapat diedit atau diperbaiki kemudian disalin untuk bahan laporan.

4.7. Membuat Laporan

Jika grafik hendak disalin dari program Minitab 15.1, maka klik kanan pada gambar dan pilih Copy Graph untuk menyalinnya ke Microsft Office sebagai bagian dari laporan anda. Caranya:

1. Klik kanan pada Grafik yang telah dibuat, kemudian sorot dan pilih/klik **Copy Graph** dengan mouse, sehingga tampak sebagai berikut:



2. Buka atau aktifkan program pengolah kata (Microsoft Word), kemudian tekan [Ctrl]+[V] atau klik Edit▶Paste, maka grafik telah berpindah ke program lain.
   Catatan Penting: Karena program Minitab 15.1 berjalan dan taat pada sistem kerja Windows, maka proses edit dan perbaharuan grafik berdasarkan perubahan data masih dapat dilakukan dengan cara mengklik dua kali grafik yang telah anda buat.

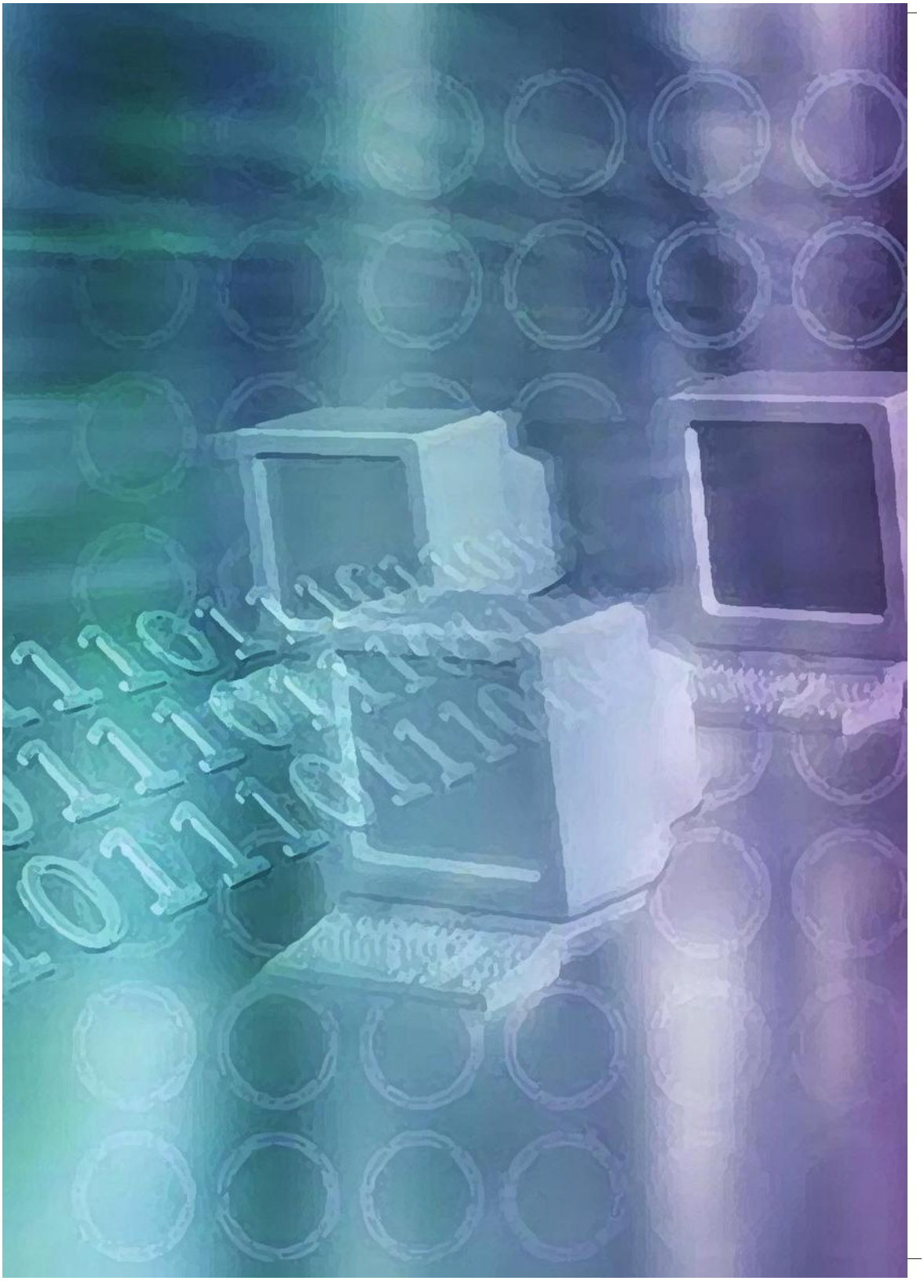
4.8. Pengantar Interpretasi

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan Minitab maka diperoleh nilai sebagai berikut:

No	Indikator	Nilai
1	Rataan	65,42
2	Standar Galat Rataan	2,29
3	StDev	16,21
4	Ragam	262,02
5	Minimum	27,00
6	Q1	55,75
7	Median	66,00
8	Q3	78,00
9	Maksimum	98,00

Berdasarkan angka tersebut maka anda sebagai seorang dosen dapat mebuat dasar pemberian nilai mutu kepada mahasiswa dengan pembagian sebagai berikut:
Nilai A untuk : di atas 78.00
Nilai B untuk : (78.00-16.21) s/d 78.00 = di atas 61.79 s/d 78
Nilai C untuk : (64.42-16.12) s/d 61.79 = di atas 48.30 s/d 61.79
Nilai D untuk : (48.30-16.12) s/d 48.30 = di atas 32.18 s/d 48.3
Nilai F untuk : di bawah 32.18

Contoh perhitungan ini menggunakan Standar Deviasi dari data yang bernilai 16.12 sebagai faktor pembatas atas dan bawah. Sehingga dengan pertimbangan ini maka anda dapat menentukan jumlah mahasiswa yang yang mendapatkan nilai A, B, dan C ?



BAB-5
RANCANGAN ACAK LENGKAP

5.1. Target Pembaca

- Memahami prinsip dasar rancangan acak lengkap dan penggunaannya
- Mengetahui penggunaan Program Minitab 15.1 untuk RAL
- Mengetahui perbedaan perhitungan manual dengan otomatis via Minitab

5.2. Pengertian Rancangan Acak Lengkap

5.2.1. Pengertian Istilah

Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan perancangan percobaan yang paling sederhana karena menggunakan asumsi bahwa untuk melihat pengaruh satu perlakuan pada target penelitian (tumbuhan, manusia, dan hewan) dengan mengatur faktor-faktor lain menjadi tetap alias tidak berpengaruh. Jadi RAL menggunakan asumsi bahwa kondisi lingkungan untuk setiap satun percobaan adalah sama.

Pada RAL, perlakuan diatur dengan pengacakan secara lengkap sehingga setiap satuan percobaan memiliki peluang yang sama untuk mendapat setiap perlakuan. Galat atau error terjadi disebabkan perbedaan pengaruh yang terjadi pada satuan percobaan yang mendapatkan perlakuan yang sama.

Untuk mendapatkan peluang yang sama dalam memperoleh perlakukan, maka diperlukan pengacakan. Gomez dan Gomez (2007, terjemahan) dalam buku yang berjudul "Prosedur Penelitian untuk Pertanian" memberikan arahan yang tepat bahwa pengacakan harus menggunakan alat independen berupa bilangan acak atau kartu. Pembaca dapat mengkaji aspek ini pada kesempatan lain untuk memperkuat pengertian dan proses pengacakan tersebut. Kendati RAL tampak menggunakan asumsi yang lebih ringkas namun untuk memenuhinya cukup sulit. Kondisi yang lingkungan homogen atau seragam hanya mungkin dilakukan di laboratorium atau rumah kaca, sehingga penelitian RAL sulit dilaksanakan di lapangan.

Untuk mendukung pemahaman tentang RAL, maka pembaca perlu memahami juga istilah-istilah yang dipergunakan oleh Program Minitab versi 15.1,

baik dalam bahasa Inggris maupun terjemahan dan penggunaan-nya dalam bahasa Indonesia yang tersaji pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Daftar istilah untuk Rancangan Acak Lengkap

NO	KELOMPOK	
	ISTILAH ASING	INDONESIA
A	MODEL	MODEL
	Notation	Notasi
	Model fitting	Penyesuaian Model
B	FITS AND RESIDUALS	PENYESUAIAN DAN SISAAN
	Fitted values	Nilai Terkoreksi
	Residuals	Sisaan
C	CONFIDENCE INTERVALS	SELANG KEPERCAYAAN
	Mean	Rataan
	Standard deviation	Standar Deviasi
	Pooled standard deviation	Standar Deviasi Pool
	Individual confidence intervals	Selang Kepercayaan Individu
D	ANALYSIS OF VARIANCE	ANALISIS RAGAM
	Degrees of freedom (DF)	Derajat Bebas (db)
	Sum of squares (SS)	Jumlah Kuadrat (JK)
	Mean squares (MS)	Kuadtrat Tengah MS)
	F	F
	p-value (P)	Nilai-P
	S	S
	R^2 (R-sq)	R^2 (R-sq)
	Adjusted R^2 (R-sq Adj)	R^2 Terkoreksi (R-sq Adj)
E	MULTIPLE COMPARISONS	PERBANDINGAN GANDA
	Tukey's	Tukey
	Fisher's	Fisher
	Dunnett's	Dunnet
	Hsu's MCB	Hsu MCB

A. MODEL

A.1. Notasi

Notasi atau simbol adalah titik kritis untuk memahami model sidik ragam (Analysis of Variance, ANOVA). Notasi berikut ini digunakan untuk analisis ragam satu arah yang juga dikenal sebagai rancangan acak lengkap.

SIMBOL		ARTINYA
R	=	Jumlah level dari faktor i=1...r
I	=	Level faktor yang diberikan
J	=	Kasus level faktor husus yang diberikan, j=1...n_i
y_{ij}	=	Pengamatan ke j dari respon untuk level faktor ke i
n_i	=	Jumlah pengamatan untuk level faktor ke i
n_T	=	Jumlah total kasus
μ_i	=	Rataan pengamatan faktor level ke i
$y_{i.}$	=	Total pengamatan dari level faktor ke i
$y_{i.}$	=	Rataan pengamatan dari faktor ke i

A.2. Penyesuaian Model

Analisis satu arah dari model ragam dapat ditentukan dengan berbagai cara. Dimana model rataan adalah:

$$y_{ij} = m_i + e_{ij}$$

dimana μ_i adalah parameter atau rataan pengamatan pada level aktor ke-i dan $\hat{a}_{i\delta}$ adalah galat bebas dan distribusi normal dengan rataan 0 dan tetapan ragam, δ^2.

Dalam analisis ragam, pendugaan kuadrat terkecil digunakan untuk penyesuaian model dan menyediakan penduga untuk parameter $\mu_{i.}$ Semua pengamatan pada setiap level memiliki harapan yang sama untuk μ_i.
Pengujuan hipotesis untuk analisis satu arah dari ragam adalah:
H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_r$
H_1 : Paling tidak ada satu rataan yang tidak sama dengan yang lainnya.

B. PENYESUAIAN DAN SISAAN

B.1. Nilai Terkoreksi

Nilai terkoreksi untuk pengamatan y_{ij} yang terkait dengan rataan sampel level faktor.

$$\hat{y}_{ij} = \bar{y}_{i.}$$

B.2. Sisaan

Sisaan adalah perbedaan antara pengamatan dan rataan. Jumlah sisaan menuju nol untuk setiap tingkat faktor.

$$e_{ij} = y_{ij} - \hat{y}_{ij} = m_{ij} - \bar{y}_i$$

C. SELANG KEPERCAYAAN

C.1. Rataan

Rataan dari pengamatan pada tingkat faktor, rumusnya adalah

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_{j=i}^{n_i} y_{ij}}{n_i}$$

n_i = jumlah pengamatan pada tingkat faktor ke i and y_{ij} = nilai pengamatan ke j pada tingkat faktor ke i.

C.2. Standar Deviasi

Standar Deviasi adalah sebuah dugaan ragam dari pengamatan. Rumus untuk menentukan standar deviasi adalah:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_{ij})^2}{n_i - 1}}$$

Dimana y_{ij} = pengamatan pada tingkat faktor ke-i, $y_{i.}$ = rataan pengamatan pada tingkat faktor ke-i, dan n_i = jumlah pengamatan pada tingkat faktor ke-i.

C.3. Standar Deviasi Pool

Ragam untuk rataan semua level faktor. Ragam pooledlnya adalah:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1} (y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2}{\sum_{i=1}^{r} (n_i - 1)}$$

Standar deviasi adalah akar kuadrat dari rumus diatas. Alternatif rumusnya sebagai berikut:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{r} (n_{ij} - 1) S_i^2}{(n_T - 1)}$$

Dan nilai ini setara dengan akar (Kuadrat Tengah Galat).

C.4. Selang Kepercayaan Individu

Selang kepercayaan untuk setiap rataan level faktor menggunakan standar deviasi pooled diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$y_i \pm t(1-a/2; n_r - r)(S)/Sqrt(n_i)$$

dimana n_T = jumlah total pengamatan, r = jumlah level faktor, dan S = standar deviasi pooled.

D. ANALISIS RAGAM

D.1. Derajat Bebas (db)

Menunjukkan jumlah elemen bebas dari jumlah kuadrat. Derajat bebas (Db) untuk setiap komponen dalam rancangan acak lengkap (RAL) adalah:

DB (Faktor)	=	t ? 1
DB Galat	=	n_T (t? 1)
Total	=	n_T ? 1

Dimana n_T = jumlah total pengamatan, r = jumlah level faktor.

D.2. Jumlah Kuadrat (JK)

Jumlah Kuadrat (JK) untuk perlakuan ($JK_{Perlakuan}$), untuk galat (JK_{galat}), dan total (JK_{Total}), ditentukan melalui persamaan berikut ini:

$$JK_{Perlakuan} = \sum n_i (\bar{y}_i - \bar{y}_{ij})^2$$

$$JK_{Galat} = \sum_i \sum_j (y_{ij} - \bar{y}_{ij})^2$$

$$JK_{Total} = \sum_i \sum_j (y_{ij} - \bar{y}_{ij})^2$$

Dimana $y_{i.}$ = rataan pengamatan pada faktor ke-i, dan $y_{..}$ = rataan dari semua y_{ij} = nilai dari pengamatan ke-j, pada faktor ke-i value of the jth observation at the ith factor level.

D.3. Kuadrat Tengah (KT)

$$JK_{Perlakuan} : \frac{JK_{Perlakuan}}{Db(Perlakuan)}$$

$$JK_{Galat} : \frac{JK_{Galat}}{Db(Galat)}$$

D.4. Nilai F

Nilai F adalah sebuah pengujian untuk menentukan apakah faktor rataan itu setara atau tidak, dan rumusnya adalah:

$$F = \frac{JK(faktor)}{JK_{Perlakuan}}$$

Derajat bebas untuk pembilang adalah r-1 dan untuk pembagi $n_T - r$. Nilai F yang besar akan menolak hipotesis nol yang menyatakan bahwa rataan itu setara atau sama dengan nol.

D.5. Nilai-P

Nilai P adalah peluang yang dikeluarkan oleh program Minitab pada tingkat kepercayaan tertentu. Nilai standar yang terpasang umumnya 5 persen.

D.6. Nilai S

Nilai S adalah penduga ragam (s), diduga mengukur dalam standar deviasi sampel. Dicatat bahwa S^2 = Kuadrat Tengah Galat. Ini adalah setara dengan standar deviasi baku yang digunakan dalam perhitungan selang kepercayaan.

D.7. R^2 (R-sq)

Koefisien determinan, yang menunjukkan keragaman dalam respon yang dijelaskan oleh model. Nilai R^2 makin tinggi, maka model anda makin baik. Rumusnya adalah:

$$1 - \frac{JK_{Galat}}{JK_{Total}}$$

Rumus lain adalah:

$$\frac{JK_{regresi}}{JK_{Total}}$$

R^2 juga dihitung sebagai korelasi (Y,Y)

D.8. R^2 terkoreksi (R-sq Adj)

Hitungan untuk jumlah penduga dalam model anda dan berguna untuk membandingkan model-model dengan jumlah penduga yang berbeda. Rumusnya adalah:

$$1 - \frac{KT_{Galat}}{JK_{Total} / DB_{Total}}$$

E. PERBANDINGAN GANDA

Perbandingan ganda dilaksanakan jika ingin mengetahui faktor yang membuat perbedaan nyata. Namun demikian, pembaca perlu mengetahui notasi yang digunakan dalam Minitab untuk perbandingan seperti berikut ini:

SIMBOL		ARTINYA
$\bar{y}$	=	Rataan contoh untuk level faktor ke i
y_j	=	Rataan contoh untuk level faktor ke j
n_i	=	Jumlah pengamatan dalam level i
r	=	Jumlah level
s	=	Standar deviasi baku atau Akar kuadrat MSE
u	=	Derajat bebas galat
á	=	Peluang membuat kesalahan Tipe I

E.1. Uji Tukey

$$\overline{y_i} - \overline{y_j} \pm \frac{Q(1-a; r, n_T - r)}{\sqrt{2}} s \sqrt{\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}}$$

Dimana Q = adalah persentil teratas a dari dsitribusi kisaran dengan r dan derajat bebas n_T – r.

E.2. Uji Fisher

$$\overline{y_i} - \overline{y_j} \pm t(1-\frac{a}{2}; n_r - r) s \sqrt{\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}}$$

E.3 Uji Dunnet

$$\overline{y_i} - \overline{y_j} \pm |d| s \sqrt{\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}}$$

E.4. Uji Hsu MCB

Poin terendah dan nilainya kurang dari nol adalah

$$\bar{y} - \max_{j \neq i} \bar{y}_j - \text{ds}\sqrt{2/n}$$

Sedangkan poin tertinggi yang nilainya lebih dari nol adalah

$$\bar{y} - \max_{j \neq i} \bar{y}_j + \text{ds}\sqrt{2/n}$$

Strategi penggunaan keempat alat uji pembanding ini dapat dibaca dalam buku J.C. Hsu (1996). *Multiple Comparisons, Theory and methods.* Chapman & Hall.

5.2.2. Persamaan Matematika

Rancangan acak lengkap (RAL) juga kerapkali disebut Persamaan matematis untuk menyatakan rancangan acak lengkap (RAL)

5.2.3. Rumus untuk Analisis Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung} [b]	F_{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	KTP/KTG		
Galat						
Percobaan	n(t-1)	JKG	KTG			
Total	nt-1	JKT				

5.3. Contoh Soal dan Solusi

5.3.1. Contoh Soal dan Solusi Ke-1

Contoh Soal RAL ini berasal dari data Steel dan Torrie (1983) yang menjelaskan permasalahan penggunaan inokulasi *Rhizobium meliloti* pada klover merah untuk lima kultur tanaman dengan satu pembanding yaitu *Rhizobium trifolii* yang dinokulasikan pada alfalfa. Berdasarkan data awal yang disajikan pada Tabel 5.3.1 Persoalan ini akan diselesaikan dengan dua cara: Pertama dengan menghitung secara manual seperti yang disajikan dalam buku tersebut. Kedua, penyelesaian dengan menggunakan program Minitab 15.1 dengan menyajikan cara penggunaan program dan interpretasi hasilnya.

Tabel 5.3.1 Data percobaan inokulasi untuk RAL

3DOk1	3DOk5	3DOk4	3DOk7	3DOk13	Composite
19.4	17.7	17.0	20.7	14.3	17.3
32.6	24.8	19.4	21.0	14.4	19.4
27.0	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1
32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9
33.0	24.3	15.8	18.6	14.2	20.8

Sumber: Steel and Torrie (1983)

Solusi Manual

1. Buat Pernyataan tentang Uji Hipotesis bahwa:
   a. H_o' = $a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6$
   b. H_1' = Paling tidak ada satu dari 1 0
   c. Tentukan wilayah kritis dengan memperhatikan Tabel Uji F sehingga diperoleh nilai a. ($a_{0.05}$ = 2.62); dan ($a_{0.01}$ = 3.90);

2. Membuat Tabel Perhitungan seperti berikut ini:

Perhitungan	3DOk1	3DOk5	3DOk4	3DOk7	3DOk13	Composite	Total
	19.4	**17.7**	**17.0**	**20.7**	**14.3**	**17.3**	
	32.6	24.8	19.4	21.0	14.4	19.4	
	27.0	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1	
	32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9	
	33.0	24.3	15.8	18.6	14.2	20.8	
$\sum_i Y_{ij} = Y_{i.}$	144.1	119.9	73.2	99.6	66.3	93.5	596.6=Y..
$\sum_j Y_{ij}^2$	4,287.53	2,932.27	1,139.42	1,989.14	887.29	1,758.71	12,994.36
$(Yi.)^2/r$	4,152.96	2,875.20	1,071.65	1,984.03	879.14	1,748.45	12,711.43
$\sum_j (Y_{ij} - \hat{Y}_{i.})^2$	134.57	57.07	67.77	5.11	8.15	10.26	282.93
$\bar{Y}_{i.}$	28.8	24.0	14.6	19.9	13.3	18.7	

3. Hitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{rt} = \frac{(\sum_{i,j} Y_{ij})^2}{rt} = \frac{(596.6)^2}{(5x6)} = 11,864.38$$

4. Hitung Jumlah Kuadrat Total (JK_{Total})

$$JK_{Total} = \sum Y_{ij}^2 - FK = 12,994.36 - 11,864.38 = 1,129.98$$

5. Hitung Jumlah Kuadrat Perlakuan ($JK_{Perlakuan}$)

$$JK_{Perlakuan} = \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - FK = \frac{144.42 + ... + 94.52}{5} - 11,864.38 = 847.05$$

6. Hitung Jumlah Kuadrat Galat (JK_{Galat})

JK_{Galat} = JK_{Total} - $JK_{Perlakuan}$
= 1,129.98 – 847.05
= 282.93

7. Buat Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman (SK)	Derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{Hitung}	F_{Tabel}
Perlakuan	5	847.05	169.41	14.37	$a_{0.05}$ = 2.62
Galat	24	282.93	11.79		$a_{0.01}$ = 3.90
TOTAL	29	1,129.98			

Catatan: Untuk mendapatkan nilai di kolom Kuadrat Tengah (KT) maka dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$KT_{Perlakuan} = \frac{JK_{Perlakuan}}{db} = \frac{847.05}{5} = 169.41$$

$$KT_{Galat} = \frac{JK_{Galat}}{db} = \frac{282.05}{24} = 11.75$$

8. Buat Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan maka ditolak H_o dan menerima H_1 yang menjelaskan bahwa paling tidak ada satu perlakuan yang berbeda pada percobaan mengenai inokulasi *Rhizobium sp* tersebut. Jika anda tertarik untuk melakukan pengujian lebih lanjut guna mendapatkan untuk mengetahui perlakuan mana yang mana berbeda maka dapat diterapkan Uji Tukey, Uji Fisher, dan Uji Dunnet, dan lain-lain.

Solusi Minitab

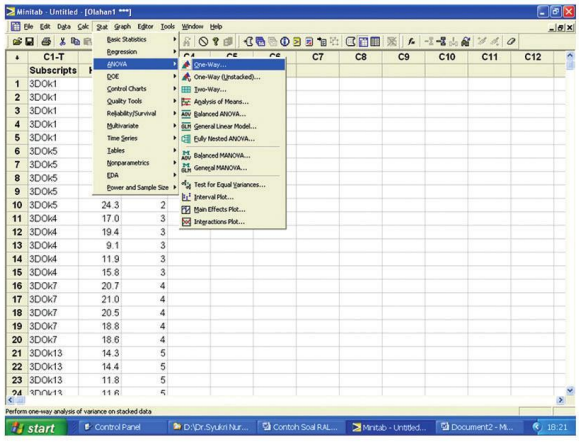
Persoalan pada Tabel 5.3.1 dapat diselesaikan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

Langkah ke 1: Ketik semua data dari format berikut ini ke dalam lembaran kerja Minitab.

3DOk1	3DOk5	3DOk4	3DOk7	3DOk13	Composite
19.4	17.7	17.0	20.7	14.3	17.3
32.6	24.8	19.4	21.0	14.4	19.4
27.0	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1
32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9
33.0	24.3	15.8	18.6	14.2	20.8

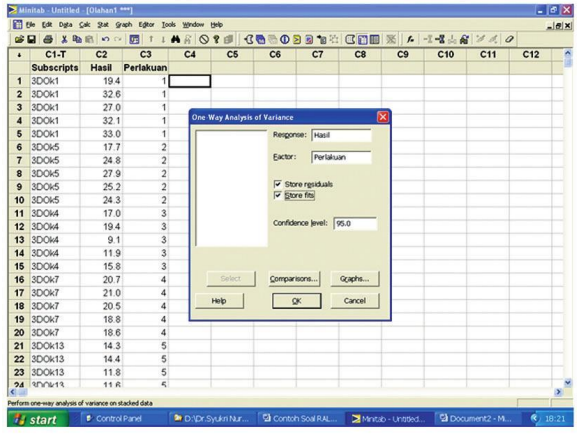
Supaya dapat diolah, jika pengetikan anda benar maka akan tampak sebagai berikut:

Langkah ke 2. Klik menu **Stat** ▶**ANOVA** ▶**One-Way**, seperti gambar berikut ini, kemudian memberikan hasil seperti gambar berikut ini.

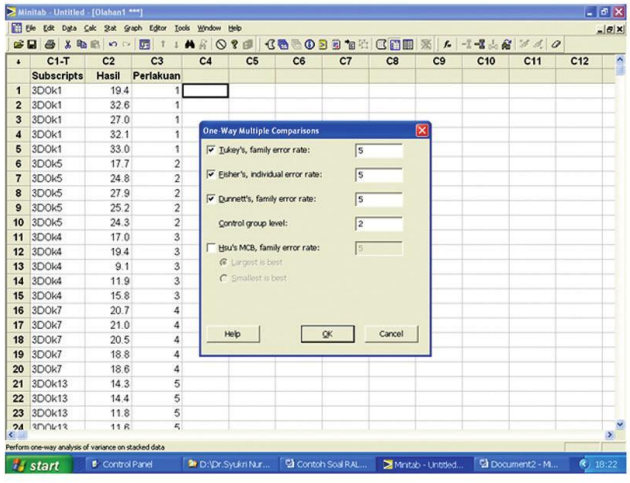


Catatan: Data yang tercatat pada Kolom Pertama (C1-T) hanya sebagai identitas data dan untuk selanjutnya boleh tidak diketik.

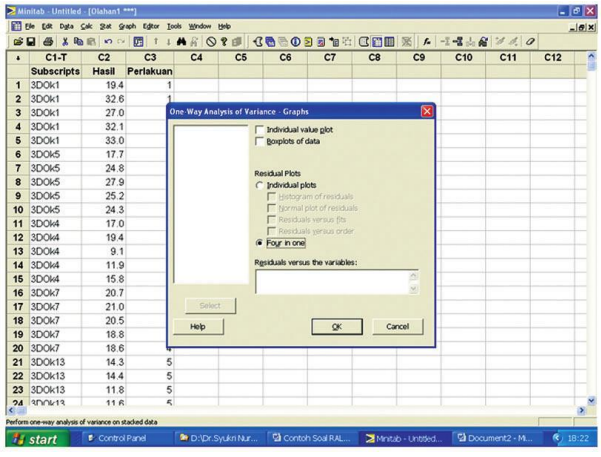
Langkah ke 3. Jika langkah kedua berhasil maka muncul kotak dialog *One-Way Analysis of Variance*, isi kolom Response dengan Hasil dan kolom Factor dengan Perlakuan, kemudian contreng (beri tanda ✔) kotak dialog



Langkah ke 4, dapat dilanjutkan dengan mengklik tombol ***Comparisons*** untuk membuat uji lanjut perbedaan. Pilihan yang tersedia adalah Tukey, Fisher, Dunnet, dan Hsu MCB. Klik OK untuk kotak dialog untuk memberikan perintah eksekusi.



Langkah ke 5, dapat dilanjutkan dengan mengklik tombol ***Graph*** untuk mendapatkan grafik histogram dari sisaan. Untuk kepraktisan penyajian, Penulis menyarankan pembaca untuk memilih klik ***Four in one***, yang akan menampilkan empat gambar dalam satu bingkai. Gambar berikut menyajikan Langkah kelima ini. Kemudian klik OK pada semua kotak dialog.



Hasil Olahan MINITAB — Informasi waktu pengerjaan

Bagian ini merupakan Tabel Sidik Ragam (ANOVA)
Results for: Olahan1

One-way ANOVA: Hasil versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	847.0	169.4	14.37	0.000
Error	24	282.9	11.8		
Total	29	1130.0			

Bagian ini merupakan Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Nilai P menyatakan yang menyatakan bahwa nilai F berpeluang sebesar P=0.000 untuk menolak H_o dan menerima H_1

S = 3.433 R-Sq = 74.96% R-Sq(adj) = 69.75%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	——+———+———+———+———
1	5	28.820	5.800	(——*——)
2	5	23.980	3.777	(——*——)
3	5	14.640	4.116	(——*——)
4	5	19.920	1.130	(——*——)
5	5	13.260	1.428	(——*——)
6	5	18.700	1.602	(——*——)
				——+———+———+———+———
				12.0 18.0 24.0 30.0

Pooled StDev = 3.433

Bagian berikut ini menunjukkan uji lanjut dari Minitab untuk RAL dengan menggunakan Uji Dunnet, Tukey, atau uji lainnya yang dipilih.
Dunnett's comparisons with a control

Family error rate = 0.05
Individual error rate = 0.0126
Critical value = 2.70
Control = level (2) of Perlakuan
Intervals for treatment mean minus control mean

Level	Lower	Center	Upper	——+————+————+————+——
1	-1.013	4.840	10.693	(———*———)
3	-15.193	-9.340	-3.487	(———*———)
4	-9.913	-4.060	1.793	(———*———)
5	-16.573	-10.720	-4.867	(———*———)
6	-11.133	-5.280	0.573	(———*———)
				——+————+————+————+——
				-14.0 -7.0 0.0 7.0

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan
Individual confidence level = 99.50%

Perlakuan = 1 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	—+————+————+————+——
2	-11.550	-4.840	1.870	(———*———)
3	-20.890	-14.180	-7.470	(———*———)
4	-15.610	-8.900	-2.190	(———*———)
5	-22.270	-15.560	-8.850	(——*———)
6	-16.830	-10.120	-3.410	(———*———)
				—+————+————+————+——
				-20 -10 0 10

Perlakuan = 2 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	—+————+————+————+——
3	-16.050	-9.340	-2.630	(———*——)
4	-10.770	-4.060	2.650	(———*———)
5	-17.430	-10.720	-4.010	(——*———)
6	-11.990	-5.280	1.430	(———*——)
				—+————+————+————+——
				-20 -10 0 10

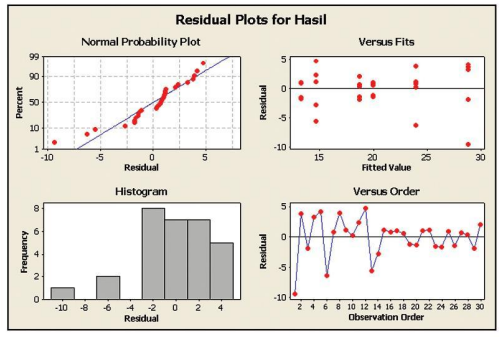
Perlakuan = 3 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	—+————+————+————+——
4	-1.430	5.280	11.990	(——*———)
5	-8.090	-1.380	5.330	(———*——)
6	-2.650	4.060	10.770	(———*———)
				—+————+————+————+——

```
                                                  -20      -10       0       10
Perlakuan = 4 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center  Upper  —+————+————+————+——
5   -13.370   -6.660    0.050                  (——*———)
6   -7.930    -1.220    5.490                  (———*——)
                                  —+————+————+————+———
                                                  -20      -10       0       10
Perlakuan = 5 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center   Upper—+————+————+————+——
7   -1.270    5.440   12.150                 (——*———)
                                  —+————+————+————+———-
                                                          -20     -10      0     10
Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan
Simultaneous confidence level = 66.17%
Perlakuan = 1 subtracted from:
Perlakuan   Lower   Center   Upper+————+————+————+——
2   -9.322    -4.840    -0.358                  (—*——)
3   -18.662   -14.180    -9.698                 (——*—)
4   -13.382   -8.900     -4.418                 (—*——)
5   -20.042   -15.560    -11.078                (—*——)
6   -14.602   -10.120    -5.638                 (——*—)
                                  +————+————+————+———-
                                                  -20      -10       0       10
Perlakuan = 2 subtracted from:
Perlakuan   Lower   Center   Upper+————+————+————+———
3   -13.822   -9.340     -4.858                 (——*—)
4   -8.542    -4.060      0.422                   (——*—)
5    -15.202  -10.720    -6.238                 (—*——)
6   -9.762    -5.280     -0.798                   (——*—)
                                  +————+————+————+———-
                                        -20      -10       0       10
Perlakuan = 3 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center  Upper+————+————+————+———4
0.798           5.280       9.762                   (—*——)
5   -5.862    -1.380 3.102              (——*—)
6   -0.422     4.060      8.542                   (—*——)
                                  +————+————+————+———
                                       -20      -10       0       10
```

```
Perlakuan = 4 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center  Upper  +---------+---------+---------+---------+
5          -11.142  -6.660  -2.178            (---*---)
6           -5.702  -1.220   3.262                    (---*---)
                                  +---------+---------+---------+---------+
                                 -20       -10        0        10
Perlakuan = 5 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center  Upper  +---------+---------+---------+---------+
6           0.958   5.440   9.922            (---*---)
                                  +---------+---------+---------+---------+
                                 -20       -10        0        10
```

Residual Plots for Hasil



5.3.2. Soal dan Solusi Ke-2

Contoh soal berikut ini menunjukkan hasil pengujian pertumbuhan empat varietas tanaman melon dengan masing-masing varietas diulang sebanyak enam kali. Datanya disajikan pada Tabel 5.3.2 dan tabel sidik ragamnya.

Tabel 5.3.2a Data uji coba empat varietas melon

Varietas Melon	Varietas A	Varietas B	Varietas C	Varietas D	
Ulangan 1	25.12	40.25	18.3	28.55	
2	17.25	35.25	22.6	28.05	
3	26.42	31.98	25.9	33.2	
4	16.08	36.52	15.05	31.68	
5	22.15	43.32	11.42	30.32	
6	15.92	37.1	23.68	27.58	Jumlah
ÓX	122.94	224.42	116.95	179.38	Total
Ó(X)^2	2629.23	8472.09	2434.12	5387.73	18923.16
Rataan (x)	20.49	37.40	19.49	29.90	
Ragam (s^2)	22.04	15.61	30.91	4.97	
					643.69

Jika Pembaca dapat menghitung nilai dari setiap komponen dari sidik ragam seperti pada contoh 5.3.1, maka diperoleh nilai seperti pada Tabel 5.3.2b. Tabel tersebut menjadi panduan hasil perhitungan manual anda.

Solusi Manual

Tabel Sidik Ragam

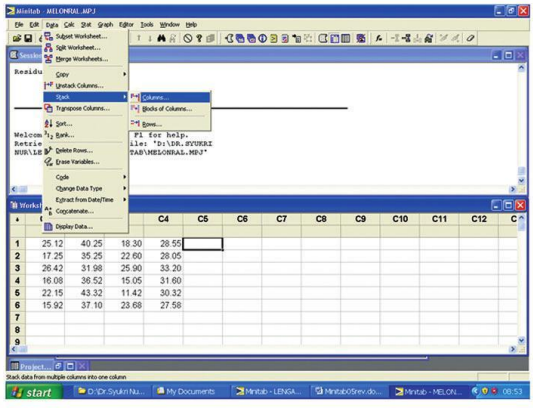
FK Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{Hitung}	F_{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	3	1291.48	430.49	23.42	3.10	8.10
Galat	20	367.65	18.38			
Total	23	1659.13				

Berdasarkan panduan hasil perhitungan di Tabel 5.3.2b maka anda harus menentukan lebih awal pernyataan tentang H_0 dan H_1 untuk menerima atau menolak nilai keempat varietas tersebut sama.

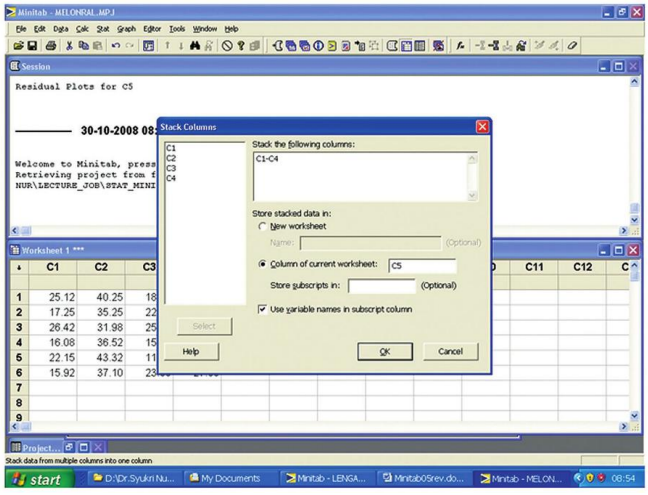
Solusi Minitab

Penyelesaian dengan menggunakan program minitab dapat dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

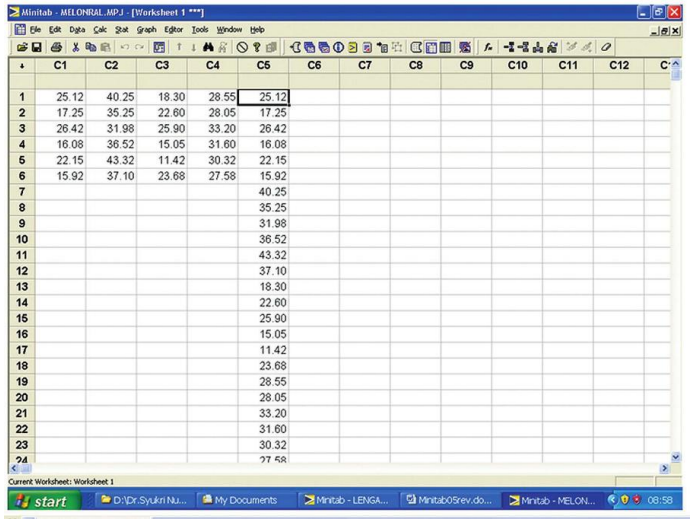
Langkah 1. Karena Data setiap varietas melon tersajikan dalam bentuk matrik dimana C1, C2, C3, dan C4 masing-masing mewakili setiap varietas. Padahal untuk proses perhitungan di program Minitab harus dalam format dua lajur dimana C5 adalah hasil dan C6 adalah perlakuan atau varietas. Oleh karena itu data yang tersaji dalam bentuk matrik harus diubah menjadi dua lajur. Langkah yang harus dilakukan adalah:
Klik Data ▶ Stack ▶ Column sehingga tampak seperti gambar berikut ini.



Kemudian pada kotak dialog Stack Columns diisi sebagai berikut:

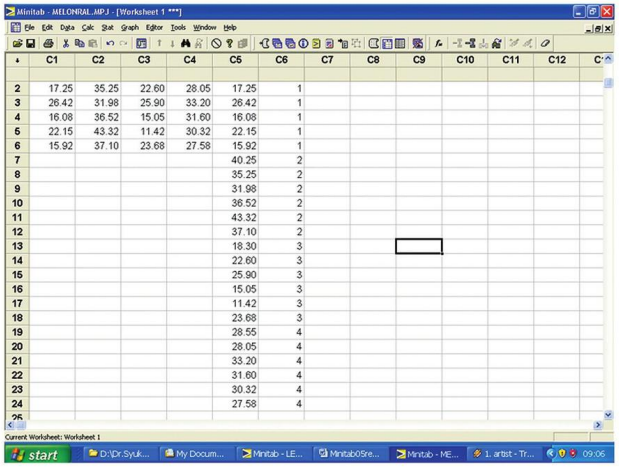


- Isi **C1-C2** pada kolom **Stack the following columns**
- Pilih **Column of current worksheet** dan beri nama **C5**.

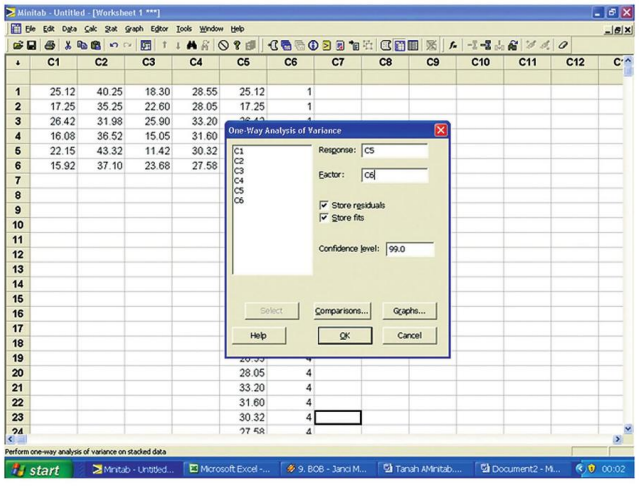


	C1	C2	C3	C4	C5
1	25.12	40.25	18.30	28.55	25.12
2	17.25	35.25	22.60	28.05	17.25
3	26.42	31.98	25.90	33.20	26.42
4	16.08	36.52	15.05	31.60	16.08
5	22.15	43.32	11.42	30.32	22.15
6	15.92	37.10	23.68	27.58	15.92
7					40.25
8					35.25
9					31.98
10					36.52
11					43.32
12					37.10
13					18.30
14					22.60
15					25.90
16					15.05
17					11.42
18					23.68
19					28.55
20					28.05
21					33.20
22					31.60
23					30.32
24					27.58

Jika langkah tersebut benar maka data akan tampak sebagai berikut



- Langkah selanjutnya menggunakan kolom C6 sebagai identitas varietas melon dengan nilai 1, 2, 3, 4 sehingga kolom data seperti gambar berikut ini.

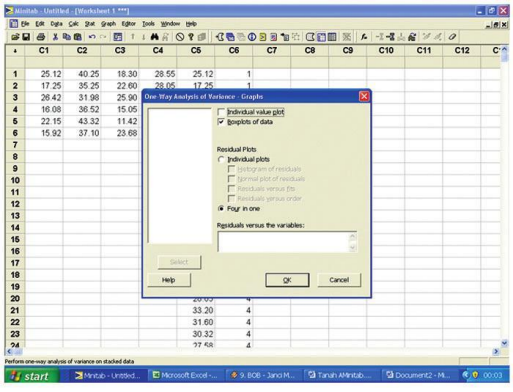


Langkah 2. Setelah menyelesaikan langkah 1, selanjutnya anda melakukan tahapan pilih Stat ▶ ANOVA ▶ One-Way sampai tampak kotak dialog:
Catatan : Data yang telah siap diproses berada di C5 dan C6 sehingga keduanya digunakan dalam kotak dialog untuk Response dan Factor.

Langkah 3. Untuk uji lanjut dapat dilakukan dengan mengklik tombol

Comparisons pada kotak dialog One-Way sehingga muncul kotak dialog sebagai berikut.
Catatan: Pada uji lanjut dengan menggunakan persamaan Dunnet, grup kontrol atau pengendali adalah varietas 1, sedangkan pada Hsu digunakan nilai terbesar sebagai faktor penentu yang terbaik.

Langkah 4. Untuk pembuatan grafik, pembaca dapat memilih tombol **Graph,** kemudian dalam kotak dialognya dipilih **Box Plot of Data** dan **Four in one,** seperti pada gambar berikut ini.



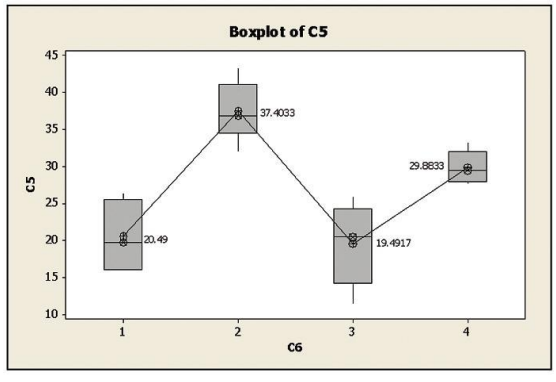
Kemudian klik pada semua kotak dialog sehingga tampak hasil sebagai berikut:

```
——   28-10-2008 23:37:32   ————————————————————————————————
Welcome to Minitab, press F1 for help.
One-way ANOVA: C5 versus C6
Source    DF      SS      MS      F       P
C6         3    1291.0   430.3   23.43   0.000
Error     20     367.4    18.4
Total     23    1658.4
S = 4.286   R-Sq = 77.85%   R-Sq(adj) = 74.52%
Individual 99% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Level     N    Mean    StDev   ————+————+————+————+
1         6   20.490   4.694      (————*————)
2         6   37.403   3.950                 (————*————)
3         6   19.492   5.560     (————*————)
4         6   29.883   2.217           (————*————)
                                 ————+————+————+————+
                                 21.0     28.0     35.0     42.0
Pooled StDev = 4.286
```

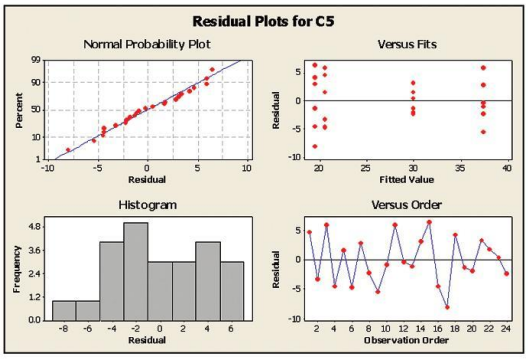
```
Dunnett's comparisons with a control
Family error rate = 0.05
Individual error rate = 0.0195
Critical value = 2.54
Control = level (1) of C6
Intervals for treatment mean minus control mean
Level  Lower  Center  Upper     ————+————+————+———2
     10.627   16.913  23.200                (———*———)
3    -7.285   -0.998   5.288     (———*———)
4     3.107    9.393  15.680            (———*———)
                                ————+————+————+————+
                                0.0     8.0    16.0    24.0
Hsu's MCB (Multiple Comparisons with the Best)
Family error rate = 0.05
Critical value = 2.19
Intervals for level mean minus largest of other level means
Level   Lower   Center   Upper —+————+————+————+——1
    -22.338  -16.913    0.000     (——*————————)
2     0.000    7.520   12.945                (———*——)
3   -23.337  -17.912    0.000     (——*————————)
4   -12.945   -7.520    0.000           (——*———)
                                —+————+————+————+———
                                -20     -10      0      10
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of C6
Individual confidence level = 98.89%
C6 = 1 subtracted from:
C6  Lower  Center  Upper      ———+————+————+————
2    9.985   16.913  23.842                (—*——)
3   -7.927   -0.998   5.930            (—*——)
4    2.465    9.393  16.322                (—*——)
                                ———+————+————+————+—
                                -15      0      15      30
C6 = 2 subtracted from:
C6   Lower   Center   Upper    ———+————+————+————3
-24.840  -17.912  -10.983  (——*——)
4  -14.449   -7.520   -0.591          (——*——)
                                ———+————+————+————+—
                                    -15      0      15      30
```

```
C6 = 3 subtracted from:
C6  Lower  Center  Upper ———+————+————+————+—
4        3.463    10.392   17.320                (——*——)
                          ———+————+————+————+—
                          -15      0      15      30
Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of C6
Simultaneous confidence level = 80.83%
C6 = 1 subtracted from:
C6  Lower  Center  Upper  ————+————+————+————+
2       11.752 16.913 22.075                  (—*—)
3       -6.160 -0.998 4.163            (—*—)
4       4.232  9.393  14.555                    (—*—)
                          ————+————+————+————+
                          -12      0      12      24
C6 = 2 subtracted from:
C6   Lower   Center   Upper        ————+————+————+————
—+
3       -23.073        -17.912-12.750          (—*—)
4       -12.682        -7.520 -2.358         (——*—)
                          ————+————+————+————+
                          -12      0      12      24
C6 = 3 subtracted from:
C6  Lower  Center  Upper  ————+————+————+————+
4       5.230  10.392 15.553                  (——*—)
        ————+————+————+————+
        -12      0      12      24
```

Boxplot of C5



Residual Plots for C5



5.3.3. Contoh Soal dan Solusi Ke-3

Pada bagian ini disajikan hasil percobaan mengenai kelembaban tanah pada empat lokasi dimana pada setiap lokasi dilakukan. Nah, tugas anda adalah merancang hipotesis dan mengujinya, apakah ada perbedaan keempat tanah tersebut dari indikator kelembaban tanah seperti yang tersaji pada Tabel 5.3.3

Tabel 5.3.3 Data kelembaban Tanah

Ulangan	TanahA	Tanah B	Tanah C	Tanah D
1	12.8	8.1	9.8	16.4
2	13.4	10.3	10.6	8.2
3	11.2	4.2	9.1	15.1
4	11.6	7.8	4.3	10.4
5	9.4	5.6	11.2	7.8
6	10.3	8.1	11.6	9.2
7	14.1	12.7	8.3	12.6
8	11.9	6.8	8.9	11.0
9	10.5	6.9	9.2	8.0
10	10.4	6.4	6.4	9.8

Rincian tugas yang perlu anda lakukan adalah sebagai berikut:

1. Merancang hipotesis yang akan diuji!
2. Menghitung nilai-nilai yang tercantum dalam sidik ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan manual dan bantuan program Minitab
3. Mengambil kesimpulan dari hasil tersebut.

Berdasarkan rincian tugas tersebut maka tahapan penyelesaiannya adalah:

1. $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$
2. H_1 : Paling tidak ada dua rataan yang tidak sama

3. Wilayah kritis f ›
4. Perhitungan

Solusi Manual

Ulangan	Tanah A	Tanah B	Tanah C	Tanah D	
1	12.8	8.1	9.8	16.4	
2	13.4	10.3	10.6	8.2	
3	11.2	4.2	9.1	15.1	
4	11.6	7.8	4.3	10.4	
5	9.4	5.6	11.2	7.8	
6	10.3	8.1	11.6	9.2	
7	14.1	12.7	8.3	12.6	
8	11.9	6.8	8.9	11	
9	10.5	6.9	9.2	8	
10	10.4	6.4	6.4	9.8	
ÓX	115.6	76.9	89.4	108.5	
ÓX²	1 356.7	643.3	843.4	1 257.7	4 101.0
Rataan (x)	11.6	7.7	8.9	10.9	
Ragam (s^2)	2.3	5.8	4.9	8.9	
				Total	390.4

Dengan perhitungan tersebut maka diperoleh nilai untuk Faktor Koreksi (FK) sebesar:

$$FK = \frac{390^2}{40} = 3{,}810.20$$

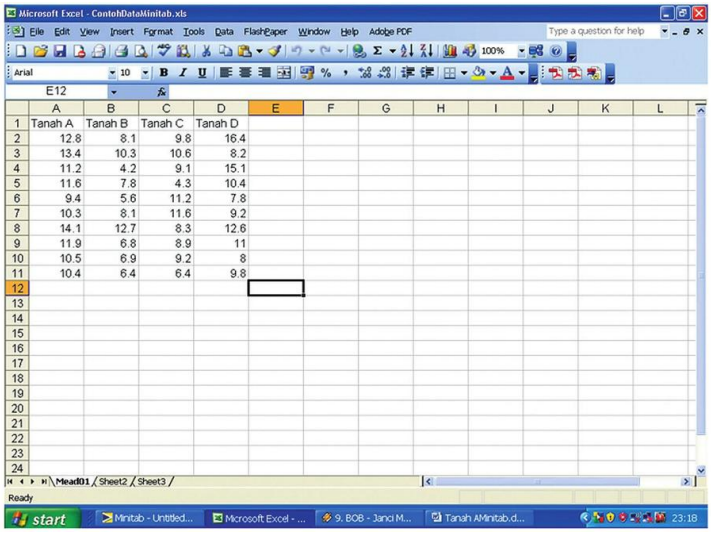
Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{Hitung}	F_{Tabel}	
				5.72	0.05	0.01
Perlakuan	3	93.85	31.28			
Galat	36	196.82	5.47			
Total	23	290.68				

Catatan: Perhitungan manual untuk nilai Jumlah kuadrat dan kudrat tengah telah disajikan pada bagian 5.3.1.

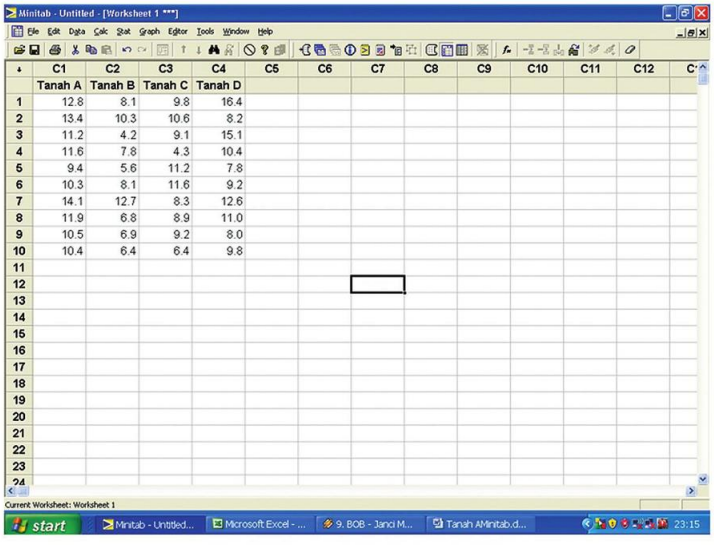
Solusi Minitab

1. Perpindahan data dari Excel ke Minitab, dilakukan jika data awal berasal dari program Excel dan berbentuk matrik sehingga perlu diubah menjadi dua jalur. Perpindahan dari Excel ke Minitab dapat dilakukan dengan menekan Ctrl+C kemudian Ctrl+V di program Minitab, seperti pada dua gambar berikut :

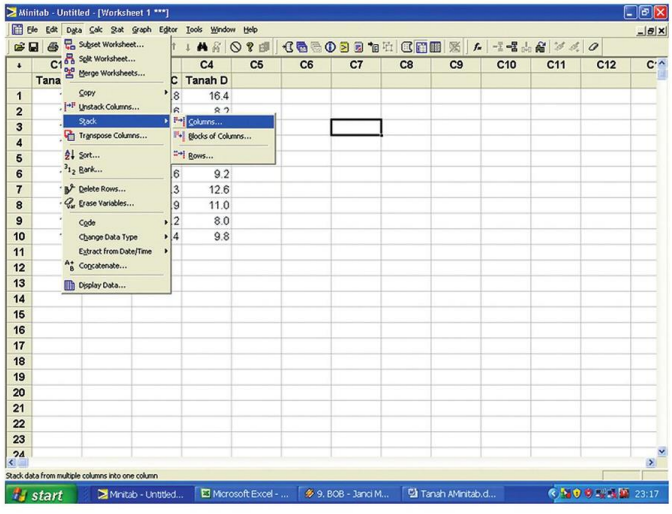
Dari program Excel



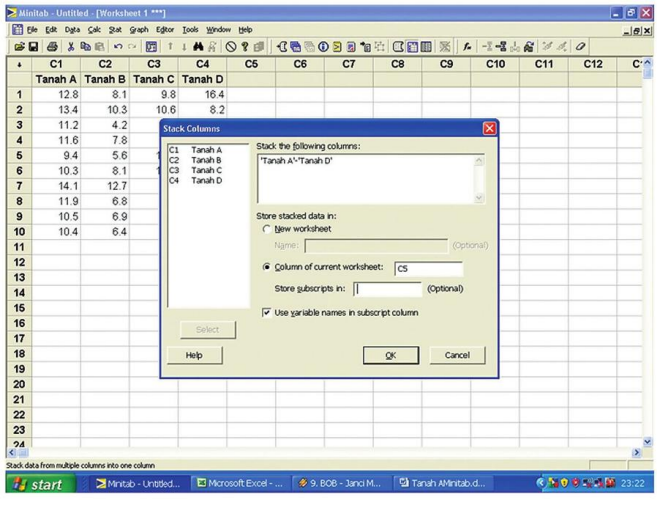
Di program Minitab



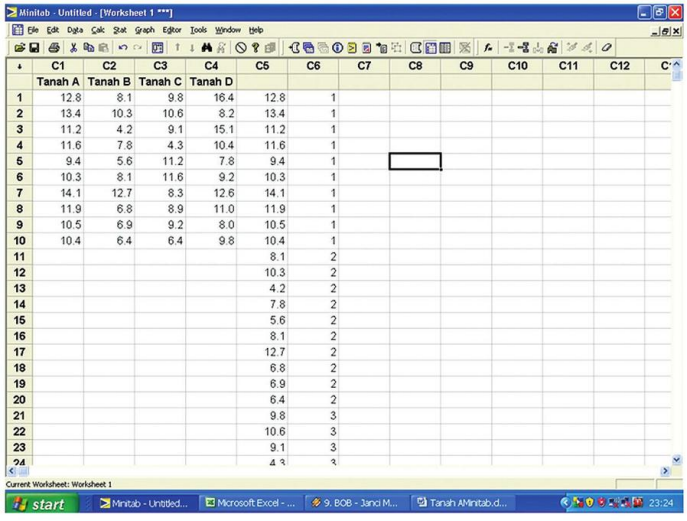
Untuk mengubah data dari matrix menjadi jalur dilakukan dengan mengklik Data ▶Stack ▶ Columns seperti pada gambar berikut ini.



Kemudian muncul kotak dialog Stack Columns

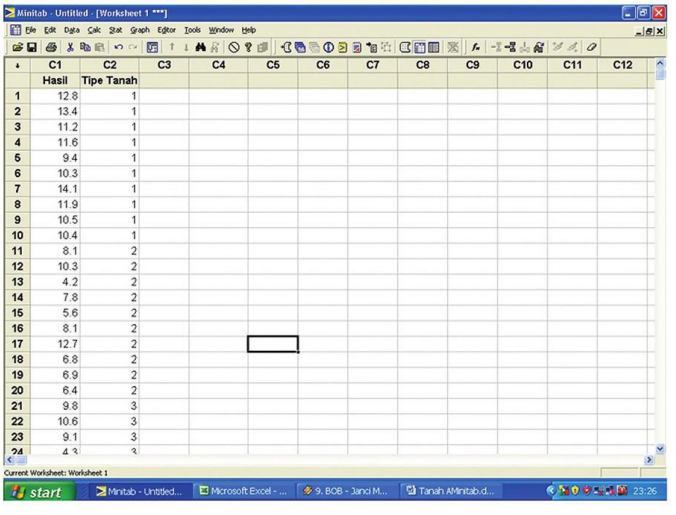


Pada kotak dialog tersebut diisi 'Tanah A'-'Tanah D' pada kolom Stack the following columns. Kemudian memanfaatkan kolom C5 tempat jalur data dengan cara mengisi C5 pada kolom "Column of curren worksheet". Lajur C6 diisi dengan indikator pembeda yaitu 1, 2, 3, 4 sebagai pembeda tipe tanah. Langkah ini dilakukan dengan mengetik secara manual melalui keyboard untuk mengisi jalur tersebut.



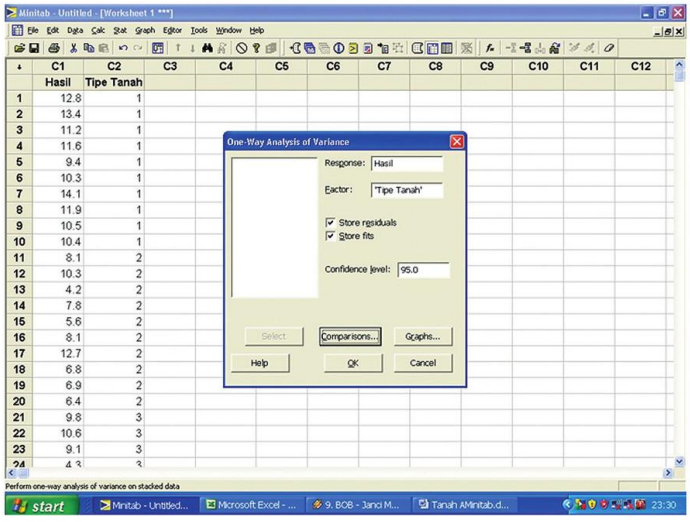
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C
	Tanah A	Tanah B	Tanah C	Tanah D									
1	12.8	8.1	9.8	16.4	12.8	1							
2	13.4	10.3	10.6	8.2	13.4	1							
3	11.2	4.2	9.1	15.1	11.2	1							
4	11.6	7.8	4.3	10.4	11.6	1							
5	9.4	5.6	11.2	7.8	9.4	1							
6	10.3	8.1	11.6	9.2	10.3	1							
7	14.1	12.7	8.3	12.6	14.1	1							
8	11.9	6.8	8.9	11.0	11.9	1							
9	10.5	6.9	9.2	8.0	10.5	1							
10	10.4	6.4	6.4	9.8	10.4	1							
11					8.1	2							
12					10.3	2							
13					4.2	2							
14					7.8	2							
15					5.6	2							
16					8.1	2							
17					12.7	2							
18					6.8	2							
19					6.9	2							
20					6.4	2							
21					9.8	3							
22					10.6	3							
23					9.1	3							
24					4.3	3							

Jika pembaca hendak menghapus kolom di C1 sampai dengan C4 maka dapat dilakukan penghapusan seperti program spreadsheet Excel lainnya sehingga hasilnya hanya C1 untuk Hasil dan C2 untuk Tipe Tanah seperti gambar berikut ini.



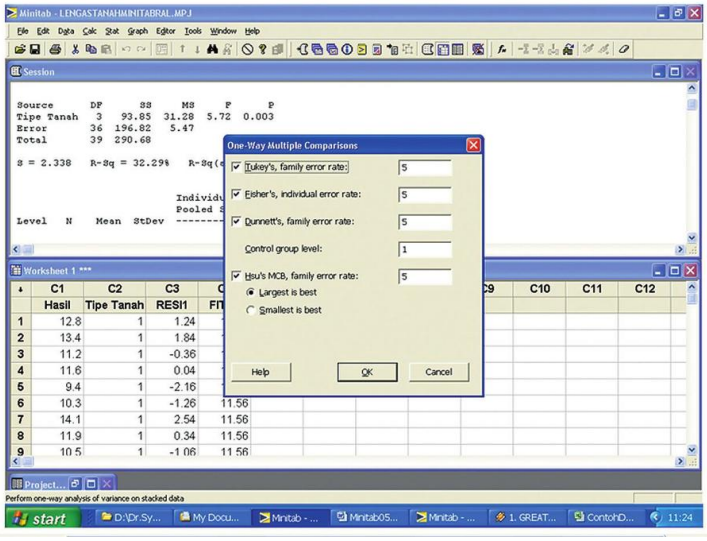
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Hasil	Tipe Tanah										
1	12.8	1										
2	13.4	1										
3	11.2	1										
4	11.6	1										
5	9.4	1										
6	10.3	1										
7	14.1	1										
8	11.9	1										
9	10.5	1										
10	10.4	1										
11	8.1	2										
12	10.3	2										
13	4.2	2										
14	7.8	2										
15	5.6	2										
16	8.1	2										
17	12.7	2										
18	6.8	2										
19	6.9	2										
20	6.4	2										
21	9.8	3										
22	10.6	3										
23	9.1	3										
24	4.3	3										

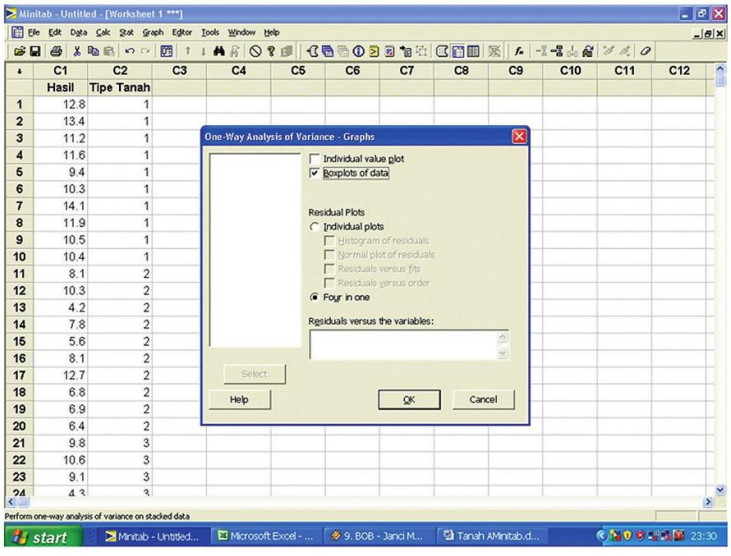
Analisis statistika dapat dilanjutkan dengan mengklik **Stat** › **ANOVA** › **One-Way** sehingga tampak kotak dialog sebagai berikut:



Pada Kotak dialok diisi:

- Hasil untuk kolom Response
- Tipe Tanah untuk kolom Factor
- Klik tombol **Comparisons** kemudian **Graph** sehingga tampak seperti pada kedua Gambar berikut ini





Hasil Pengolahan dengan Program Minitab sebagai berikut:

—— 28-10-2008 23:03:33 ————————————————————————————

Welcome to Minitab, press F1 for help.

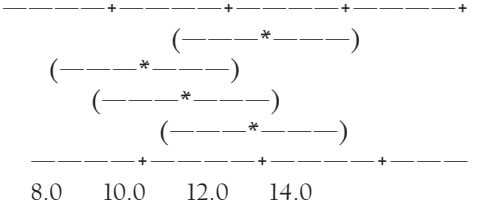
One-way ANOVA: Hasil versus Tipe Tanah

Source	DF	SS	MS	F	P
Tipe Tanah	3	93.85	31.28	5.72	0.003
Error	36	196.82	5.47		
Total	39	290.68			

S = 2.338 R-Sq = 32.29% R-Sq(adj) = 26.65%

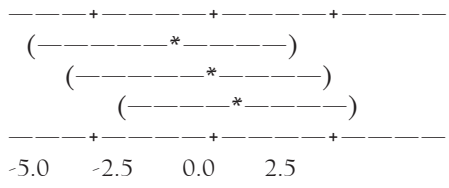
Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	10	11.560	1.503
2	10	7.690	2.401
3	10	8.940	2.215
4	10	10.850	2.989



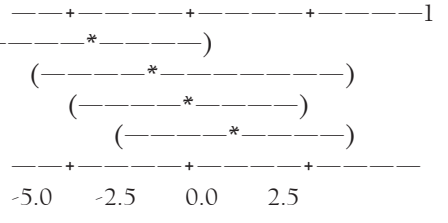
Pooled StDev = 2.338
Dunnett's comparisons with a control
Family error rate = 0.05
Individual error rate = 0.0192
Critical value = 2.45
Control = level (1) of Tipe Tanah
Intervals for treatment mean minus control mean

Level	Lower	Center	Upper
2	-6.434	-3.870	-1.306
3	-5.184	-2.620	-0.056
4	-3.274	-0.710	1.854



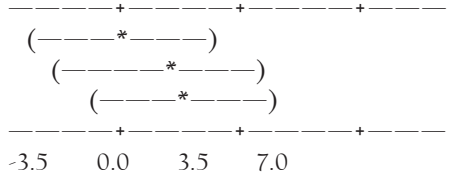
Hsu's MCB (Multiple Comparisons with the Best)
Family error rate = 0.05
Critical value = 2.13
Intervals for level mean minus largest of other level means

Level	Lower	Center	Upper
-1.5200.710		2.940	
2	-6.100	-3.870	0.000
3	-4.850	-2.620	0.000
4	-2.940	-0.710	1.520



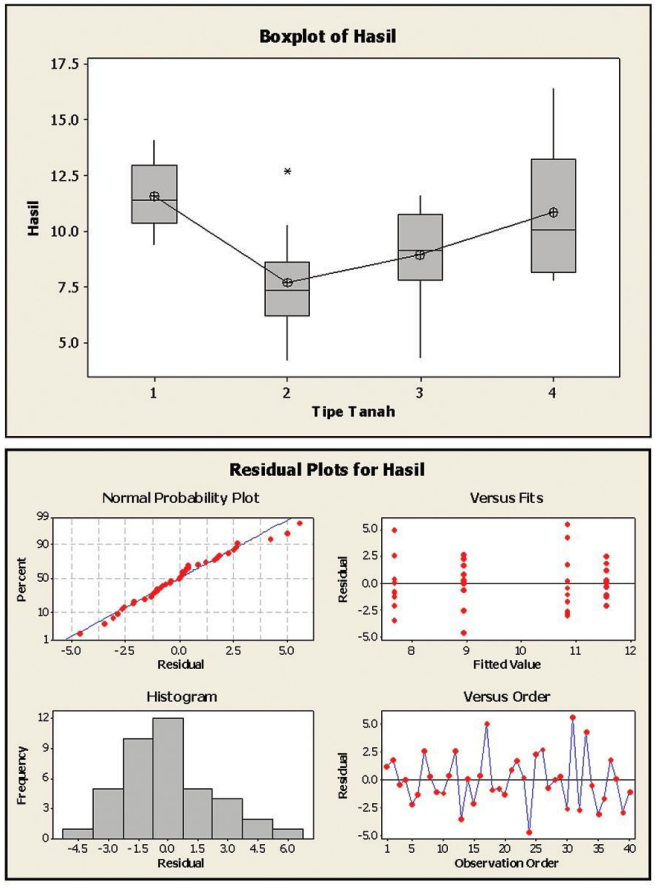
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Tipe Tanah
Individual confidence level = 98.93%
Tipe Tanah = 1 subtracted from:

Tipe Tanah	Lower	Center	Upper
2	-6.687	-3.870	-1.053
3	-5.437	-2.620	0.197
4	-3.527	-0.710	2.107



```
Tipe Tanah = 2 subtracted from:
Tipe
Tanah   Lower  Center  Upper  ----------+---------+---------+---------+
3      -1.567   1.250   4.067          (-------*-------)
4       0.343   3.160   5.977            (-------*-------)
                                --------+---------+---------+---------+
                               -3.5      0.0       3.5       7.0

Tipe Tanah = 3 subtracted from:
Tipe
Tanah   Lower  Center  Upper  ----------+---------+---------+---------+
4      -0.907   1.910   4.727          (-------*---------)
                                --------+---------+---------+---------+
                               -3.5      0.0       3.5       7.0

Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Tipe Tanah
Simultaneous confidence level = 80.32%
Tipe Tanah = 1 subtracted from:
Tipe
Tanah   Lower  Center  Upper  +---------+---------+---------+---------
2      -5.991  -3.870  -1.749          (-------*-------)
3      -4.741  -2.620  -0.499            (-------*-------)
4      -2.831  -0.710   1.411                (-------*-------)
                               +---------+---------+---------+---------
                              -6.0      -3.0       0.0       3.0

Tipe Tanah = 2 subtracted from:
Tipe
Tanah   Lower  Center  Upper  +---------+---------+---------+---------
3      -0.871   1.250   3.371                (-------*-------)
4       1.039   3.160   5.281                   (-------*-------)
                               +---------+---------+---------+---------
                              -6.0      -3.0       0.0       3.0
Tipe Tanah = 3 subtracted from:
Tipe
Tanah   Lower  Center  Upper  +---------+---------+---------+---------4
-0.2111.910   4.031          (-------*-------)
                               +---------+---------+---------+---------
                              -6.0      -3.0       0.0       3.0
```

Boxplot of Hasil



Catatan : Anda ditugaskan untuk mengubah judul dan atribut lainnya di legenda dalam histogram supaya menggunakan bahasa Indonesia seperti boxplot Hasil.

5.3.4. Contoh Soal dan Solusi Ke-4

Contoh berikut ini adalah catatan pertambahan berat badan ternak sapi dalam satuan (pound per 100 hari per ekor) yang diberi perlakuan pemberian pakan bergizi dengan formula A, B, dan C. Pembandingnya adalah tanpa pemberian pakan bergizi yang disebut kontrol. Hasil catatan ini disajikan dalam bentuk Tabel 5.3.4.

Tabel 5.3.4 Pertambahan berat badan dengan perlakuan pemberian pakan

Perlakuan	Ulangan				Hitungan	
	Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Total (Yi.)	Rataan (Yi.)
1. Kontrol	47	52	62	51	212	53
2. A	50	54	67	57	228	57
3. B	57	53	69	57	236	59
4. C	54	65	75	59	253	63.25
						58.06

Sumber data: Little and Hills (1978).

Penugasan yang diberikan kepada anda adalah:
1. Merancang dan menguji hipotesis apakah perlakuan tersebut berpengaruh pada berat badan dari ternak;
2. Melakukan perhitungan komponen sidik ragam untuk menghitung nilai F secara manual dan menggunakan program Minitab.
3. Bagaimana kesimpulan anda mengenai hasil perhitungan tersebut?
4. Jika ada perbedaan perlakuan (Terima H_1) maka anda diminta melakukan uji lanjut, jika tidak maka anda tidak perlu melakukan uji lanjut.

Solusi Manual
1. Ho = $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_3$
2. H_1 = Paling tidak ada dua nilai tengah yang tidak sama
3. Nilai a=0.05
4. Wilayah Kritis adalah *f*=3,49 dan *f*=5,95
5. Perhitungan:

Langkah 1. Hitung Faktor Koreksi dengan cara bertahap sebagai berikut:

	Kontrol	A	B	C	
	47	50	57	54	
	52	54	53	65	
	62	67	69	75	
	51	57	57	59	
ÓX	212	228	236	253	
ÓX²	11 358.0	13 154.0	14 068.0	16 247.0	54 827.0
Rataan	53.0	57.0	59.0	63.3	
Ragam	40.7	52.7	48.0	81.6	Jumlah Total
					929

Untuk menghitung Faktor Koreksi maka dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$FK = \frac{(Y..^2)}{4x4} = \frac{929^2}{16} = 53940.06$$

JK Total

JK Perlakuan

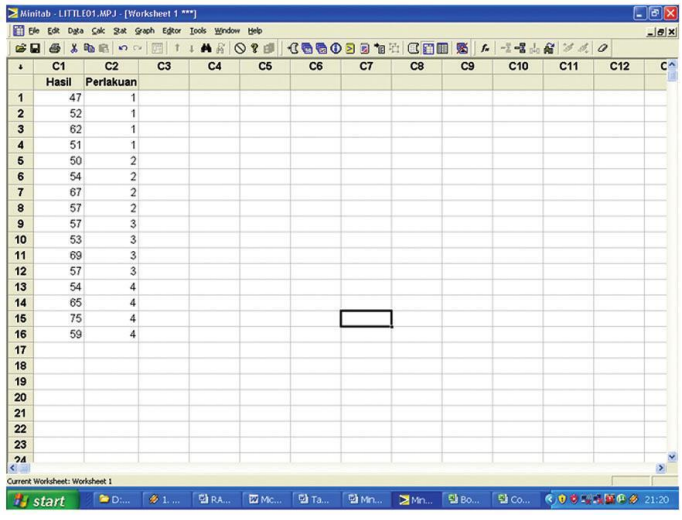
JK Galat

KT Perlakuan

KT Galat

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Nilai F_{hitung}	Nila F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	218.19	72.72917	2.17	2,87	4.43
Galat	20	668.75	33.4375			
Total	23	886.94				

Berdasarkan perhitungan manual bahwa tampak :



One-way ANOVA: Hasil versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
C6	3	218.2	72.7	1.31	0.318
Error	12	668.8	55.7		
Total	15	886.9			

S = 7.465 R-Sq = 24.60% R-Sq(adj) = 5.75%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	——+——+——+——+——
1	4	53.000	6.377	(——*——)
2	4	57.000	7.257	(——*——)
3	4	59.000	6.928	(——*——)
4	4	63.250	9.032	(——*——)
				——+——+——+——+——
				49.0 56.0 63.0 70.0

Pooled StDev = 7.465

Hsu's MCB (Multiple Comparisons with the Best)

Family error rate = 0.05

Critical value = 2.29

Intervals for level mean minus largest of other level means

Level	Lower	Center	Upper	—+——+——+——+——
1	-22.325	-10.250	1.825	(——*——)
2	-18.325	-6.250	5.825	(——*——)
3	-16.325	-4.250	7.825	(——*——)
4	-7.825	4.250	16.325	(——*——)
				—+——+——+——+——
				-20 -10 0 10

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

All Pairwise Comparisons among Levels of C6

Individual confidence level = 98.83%

C6 = 1 subtracted from:

C6	Lower	Center	Upper	——+——+——+——
2	-11.677	4.000	19.677	(——*——)
3	-9.677	6.000	21.677	(——*——)
4	-5.427	10.250	25.927	(——*——)
				——+——+——+——
				-12 0 12 24

C6 = 2 subtracted from:

```
C6   Lower  Center   Upper————+————+————+————+-
3       -13.677     2.000    17.677          (——————*——————)
4        -9.427     6.250    21.927            (——————*——————)
————+————+————+————+-
-12       0       12       24
```

C6 = 3 subtracted from:

```
C6   Lower  Center   Upper          ————+————+————+————
—+-
4       -11.427     4.250    19.927          (——————*——————)
 ————+————+————+————+-
-12       0       12       24
```

Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of C6
Simultaneous confidence level = 81.57%
C6 = 1 subtracted from:

```
C6      Lower  Center   Upper————+————+————+————+-
2        -7.501     4.000    15.501            (————*————)
3        -5.501     6.000    17.501              (————*————)
4        -1.251    10.250    21.751                (————*————)
————+————+————+————+-
-10       0       10       20
```

C6 = 2 subtracted from:

```
C6  Lower  Center   Upper————+————+————+————+-
3        -9.501     2.000    13.501          (————*————)
4        -5.251     6.250    17.751              (————*————)
————+————+————+————+-
-10       0       10       20
```

C6 = 3 subtracted from:

```
C6  Lower  Center   Upper————+————+————+————+-
4        -7.251     4.250    15.751            (————*————)
————+————+————+————+-
-10       0       10       20
```

Residual Plots for C5

5.3.5. Contoh Soal dan Solusi Ke-5

Contoh penelitian yang menggunakan RAL disajikan pada Tabel 5.3.5 dimana terdapat tujuh perlakuan penggunaan insektisida dengan empat ulangan. Hasilnya dinyatakan dalam satuan kg gabah kering/ha. Pertanyaan yang muncul sebelum rancangan ini dibuat adalah:

1. Apakah perlakuan A sampai dengan G berpengaruh pada hasil Gabah?
2. Perlakuan mana yang paling berpengaruh dari percobaan ini?

Berdasarkan data pada Tabel 5.3.5, maka akan dianalisis dengan dua cara yaitu (1) manual dan menggunakan (2) program Minitab.

Tabel 5.3.5a Contoh data Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Perlakuan	Hasil Gabah (kg/ha)			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
A	2,537	2,069	2,104	1,797
B	3,366	2,591	2,211	2,544
C	2,536	2,459	2,827	2,385
D	2,387	2,453	1,556	2,116
E	1,997	1,679	1,649	1,859
F	1,796	1,704	1,904	1,320
Kontrol	1,401	1,516	1,270	1,077

Berdasarkan data tersebut maka akan dianalisis dengan dua cara yaitu (1) manual dan menggunakan (2) program Minitab.

Solusi Manual

Tabel 5.3.5b. yang diolah dari Tabel 5.3.5a. hasil gabah padi dari percobaan penggunaan berbagai insektisida cairan dan butiran untuk penggunaan wereng coklat dan penggerek batang dengan RAL menggunakan 4 (r) ulangan (t) perlakuan.

Tabel 5.3.5.b.

Perlakuan	Hasil Gabah Kg/Ha				Jumlah	Nilai Rataan
A	2.537	2.069	2.104	1.797	8.507	2.127
B	3.366	2.591	2.211	2.544	10.712	2.678
C	2.536	2.459	2.827	2.385	10.207	2.552
D	2.387	2.453	1.556	2.116	8.512	2.128
E	1.997	1.679	1.649	1.859	7.184	1.796
F	1.796	1.704	1.904	1.320	6.724	1.681
Kontrol	1.401	1.516	1.270	1.077	5.264	1.316
Total Jumlah (G)					57.110	
Rataan Umum						2.040

Langkah 1. Dengan menggunakan t sebagai banyaknya perlakuan dan r banyak ulangan, tentukan derajat bebas (*d,b*) untuk setiap sumber keragaman sebagai berikut:

d,b umum = *(r) (t)* - 1 = (4) (7) -1 = 27
d,b perlakuan = *t* – 1 = 7 -1 =6
db, galat = *t* (*r* - 1) = 7 (4 -1) = 21
db, galat juga dapat juga dihitung dengan pengurangan sebagai :
d,b galat = *d,b*, umum – *d.b.* perlakuan = 26 – 6 = 21

Langkah 2. Dengan menggunakan X_i untuk menunjukkan pengukuran petak ke-i, T_i sebagai jumlah perlakuan ke-*i*, dan *n* sebagai banyaknya petak percobaan [yaitu n= *(r) (t)*], dihitung faktor koreksi dan berbagai jumlah kuadrat (*JK*) sebagai :

Faktor Koreksi (F.K) $= \frac{G^2}{n}$

JK umum $= \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - F.K$

JK perlakuan $= \frac{\sum_{i=1}^{t} T_i^2}{r} - F.K$

JK Galat= JK umum – JK perlakuan

Dalam buku ini simbol " digunakan untuk menyatak "jumlah", misalnya,

pernyataan $G = X_1 + X_2 + ... + X_n$ dapat ditulis $G = \sum_{i=1}^{n} X_i$ atau

disederhanakan G = "X. Untuk contoh soal ini, dengan menggunakan nilai *T* dan *G* dari tabel 2.1, jumlah kuadrat dihitung sebagai:

F.K $= \frac{(57.110)^2}{(4)(7)} = 116.484.004$

JK umum $= \left[(2,537)^2 + (2,069)^2 + ... + (1,270)^2 + (1,077)^2\right] - 116.484.004$

= 7,757,412

JK perlakuan $= \frac{\left[(8,507)^2 + (10,712)^2 + ... + (5,264)^2\right]}{4} - 116.484.004$

= 5,587,174

JK Galat = 7,757,412 – 5,587,174 = 1,990,238

Langkah 3. Hitung kuadrat (*KT*) untuk setiap sumber keragaman dengan membagi *JK* dengan *d.b.*yang bersangkutan.

$$KT_{Perlakuan} = \frac{JK_{Perlakuan}}{t-1} = \frac{5,587.174}{6} = 931.196$$

$$KTGalat = \frac{JKGalat}{t(r-1)} = \frac{1,990.238}{(7)(3)} = 94.773$$

Langkah 4. Hitunglah nilai *F* untuk menguji beda nyata perbedaan perlakuan sebagai:

$$F = \frac{KT_{Perlakuan}}{KT_{Galat}} = \frac{931.196}{94.773} = 9.83$$

Dengan catatan, di sini nilai *F* harus dihitung hanya apabila *d.b.* galat cukup besar untuk menduga ragam galat yang dapat dipertanggungjawabkan. Sebagai petunjuk umum, nilai *F* seharusnya dihitung hanya bila *d.b.* galat enam atau lebih.

Langkah 5. Dapatkan nilai *F* tabel dari Lampiran *E* dengan f_1 = *d.b. perlakuan* = *(t-1)*dan f_2 = *d.b. galat* = *t(r-1)*.
Untuk contoh doal ini nilai *F* tabel dengan derajat bebas f_1 = 6 dan f_2 = 21 adalah 2,57 untuk taraf nyata (tingkat signifikan) 5% dan 3,81 untuk taraf 1%.

Langkah 6. Masukkan semua nilai yang dihitung dalam langkah 1 sampai 5 ke dalam garis besar sidik ragam yang disusun dalam langkah 2. Untuk contoh soal ini, hasilnya terlihat dalam Tabel 2.2

Tabel 5.3.5c Sidik Ragam (RAL) dengan ulangan yang sama dari data hasil padi dalam Tabel 5.3.5b.

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung} [b]	F_{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	6	5.587.174	931.196	9,83 **	2,57	3,81
Galat percobaan	21	1.990.238	94.773			
umum	27	7.577.412				

Langkah 7. Bandingkan nilai *F* hitung dari langkah 6 dengan nilai *F* tabel dalam langkah 7, dan tentukan beda nyata diantara perlakuan dengan mengikuti petunjuk berikut ini:

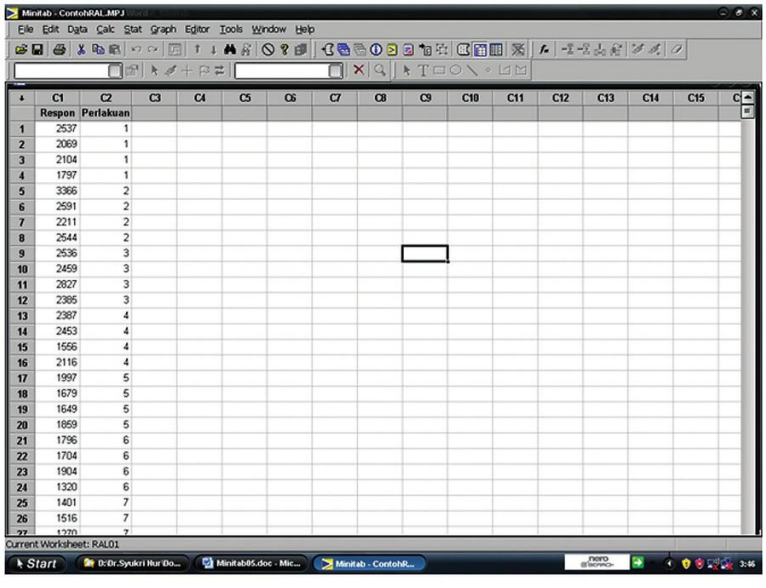
1. Apabila nilai *F* hitung lebih besar dari pada nilai F tabel pada taraf nyata 1%, perbedaan perlakuan dikatakan berbeda sangat nyata. Hasil seperti tersebut umumnya ditunjukkan dengan dua bintang pada nilai F hitung dalam sidik ragam.
2. Apabila nilai F hitung lebih besar dari pada nilai F tabel pada taraf nyata 5%, tapi lebih kecil daripada atau sama dengan nilai F tabel pada taraf nyata 1%, perbedaan perlakuan dikatakan berbeda nyata. Hasil seperti tersebut umumnya ditunjukkan dengan satu bintang pada nilai F hitung dalam sidik ragam.
3. Apabila nilai F hitung lebih kecil dari pada atau sama dengan nilai F tabel pada taraf nyata 5%, perbedaan perlakuan dikatakan tidak berbeda. Hasil seperti tersebut umumnya ditunjukkan dengan menempatkan pada nilai F hitung dalam sidik ragam. Dengan catatan, uji nilai F yang tidak nyata dalam sidik ragam menunjukkan kegagalan percobaan untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan.

5.4. Tahapan Perhitungan dengan Minitab

1. Ketik data ke program Minitab dengan format sebagai berikut:

- Tentukan lebih dulu nilai respon dari tabel data dimana nilainya dimulai dari angka 2,537 ….1,077 dan ditempatkan pada kolom pertama di worksheet Minitab.
- Tentukan perlakuannya mulai dari perlakuan A sampai dengan G yang dikonversi dalam bentuk angka 1 sampai dengan 7 yang ditulis dalam kolom kedua. Seperti yang tampak pada Gambar berikut ini.

Gambar 5.1 Pola penulisan data di worksheet Minitab.



	C1	C2
	Respon	Perlakuan
1	2537	1
2	2069	1
3	2104	1
4	1797	1
5	3366	2
6	2591	2
7	2211	2
8	2544	2
9	2536	3
10	2459	3
11	2827	3
12	2385	3
13	2387	4
14	2453	4
15	1556	4
16	2116	4
17	1997	5
18	1679	5
19	1649	5
20	1859	5
21	1796	6
22	1704	6
23	1904	6
24	1320	6
25	1401	7
26	1516	7

Berdasarkan urutan data di Gambar 5.1 maka dapat ditunjukkan bahwa nilai respon 2537, 2069, 2104, dan 1797 berasal dari perlakuan 1, kemudian terus berlanjut untuk nilai 1401 s/d 1077 yang berasal dari perlakuan 7.

- Kolom 1 (C1) diberi nama Respon, kemudian Kolom 2 (C2) diberi nama Perlakuan. Pemberian nama dalam kolom tersebut untuk mengingatkan pengguna asal nilainya.

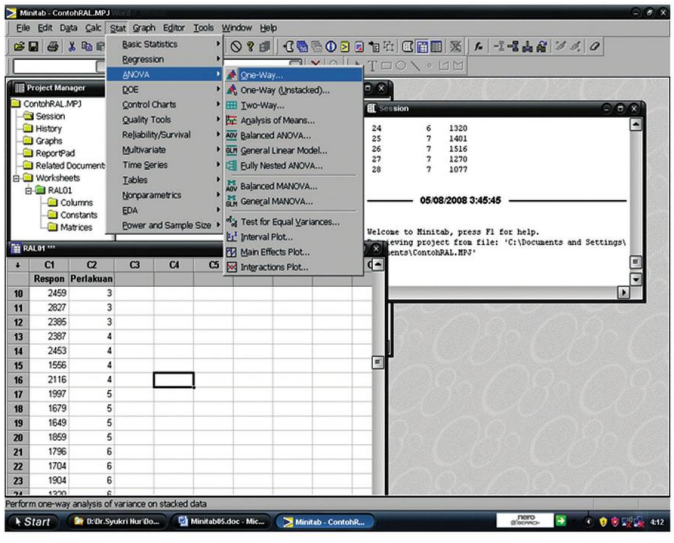
- Sinkronisasi antara nilai respon dengan perlakuan yang diwakili dengan angka. Langkah ini perlu dilaksanakan untuk "***check and recheck***" terhadap data yang akan dianalisis lebih lanjut sehingga tidak menimbulkan kesalahan perhitungan. Terutara penempatan data pada kelompok dan

urutannya dalam worksheet Minitab yang harus mengikuti susunan berikut ini:

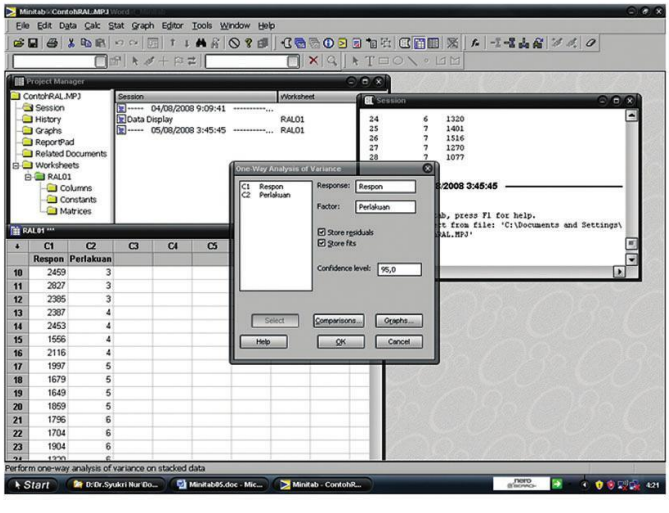
Perlakuan	Hasil Gabah (kg/ha)			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
A (1)	2,537 (1)	2,069 (2)	2,104 (3)	1,797 (4)
B (2)	3,366 (5)	2,591 (6)	2,211 (7)	2,544 (8)
C (3)	2,536 (9)	2,459 (10)	2,827 (11)	2,385 (12)
D (4)	2,387 (13)	2,453 (14)	1,556 (15)	2,116 (16)
E (5)	1,997 (17)	1,679 (18)	1,649 (19)	1,859 (20)
F (6)	1,796 (21)	1,704 (22)	1,904 (23)	1,320 (24)
G (7)	1,401 (25)	1,516 (26)	1,270 (27)	1,077 (28)

Data Display Dalam Workseet Minitab		
Row	Perlakuan	Respon
1	1	2537
2	1	2069
3	1	2104
4	1	1797
5	2	3366
6	2	2591
7	2	2211
8	2	2544
9	3	2536
10	3	2459
11	3	2827
12	3	2385
13	4	2387
14	4	2453
15	4	1556
16	4	2116
17	5	1997
18	5	1679
19	5	1649
20	5	1859
21	6	1796
22	6	1704
23	6	1904
24	6	1320
25	7	1401
26	7	1516
27	7	1270
28	7	1077

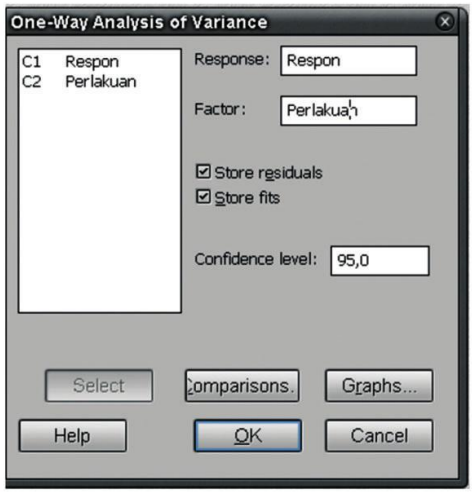
1. Lakukan proses perhitungan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:
   Klik menu STAT ▶ ANOVA ▶ ONEWAY sehingga tampak seperti pada gambar berikut :



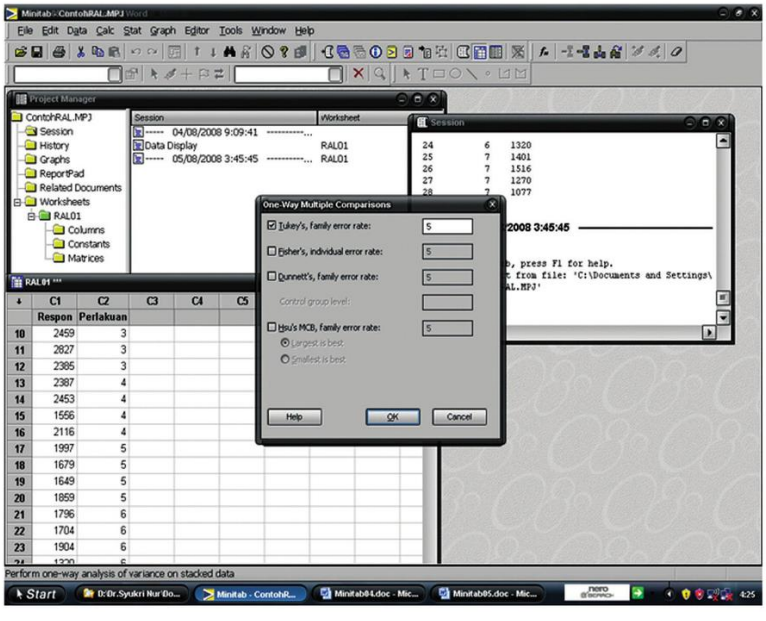
Kemudian terjadi perubahan gambar menjadi:



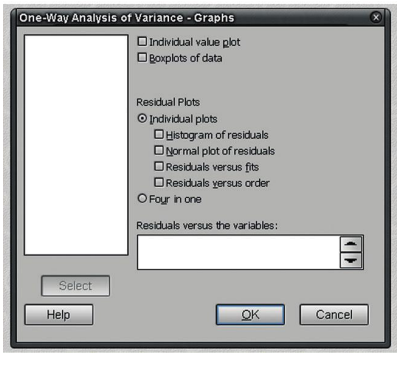
Pada sel pertanyaan Response: diisi **Respon**
Pada sel pertanyaan Factor:
diisi **Perlakuan**
Pada sel pertanyaan Confidential level:
diisi **95,0**
Juga dapat diklik sel **Store residuals** dan/ atau **Store fits**

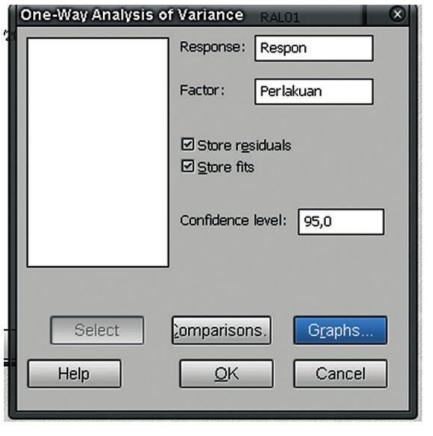


Jika akan melakukan analisis uji beda untuk nilai tengah berdasarkan Uji Tukey, Fisher, dan Dunnet. Pilihan jenis uji ini dapat dilakuan dengan cara Klik tombol **Comparisons** sehingga tampak layar sebagai berikut:



Untuk pembuatan grafik maka di-klik tombol Graph seperti gambar berikut ini untuk membuka kotak dialog:

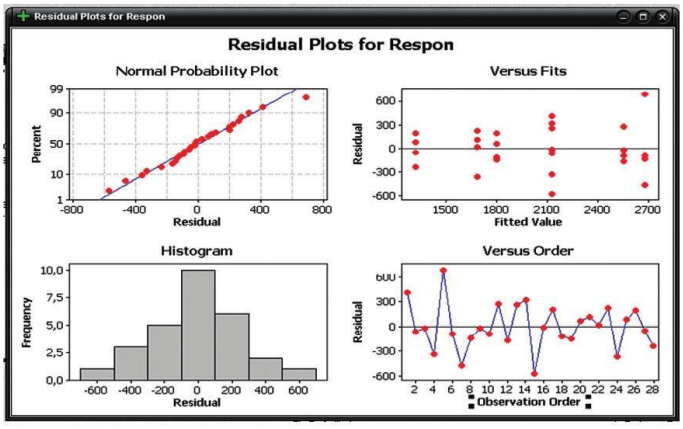




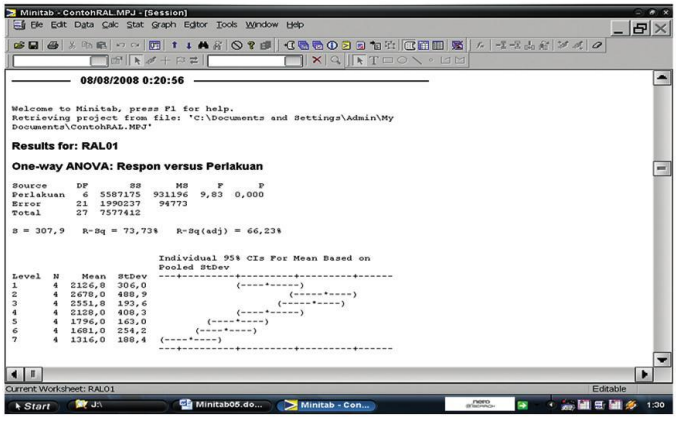
Pada kotak dialog, kita dapat memilih sisaan untuk diplotkan secara individu (baik untuk nilainya maupun untuk sisaannya) atau dalam kelompok (Four in one). Untuk kepentingan seperti data ini maka pembaca cukup mengklik lingkaran dialok *Four in one*.

Jika kotak dialog sudah dipilih maka klik tombol OK sampai keluar hasil perhitungan seperti berikut ini:

Untuk plot



Untuk hasil perhitungan seperti ini



Hasil Perhitungan tersebut juga dapat dipindahkan ke Microsoft Office untuk diolah sebagai bahan laporan dengan menekan tombol Ctrl A, Ctrl C, kemudian pindah ke program Word dan dilanjutkan dengan menekan Ctrl V. Jika langkah ini dilaksanakan secara benar maka akan diperoleh hasil sebagai berikut:

```
————— 08/08/2008 0:20:56——————————————————————————

Welcome to Minitab, press F1 for help.
Retrieving project from file: 'C:\Documents and Settings\Admin\My
Documents\ContohRAL.MPJ'
Results for: RAL01
One-way ANOVA: Respon versus Perlakuan

Source       DF        SS      MS      F       P
Perlakuan     6   5587175  931196  9,83   0,000
Error        21   1990237   94773
Total        27   7577412

S = 307,9   R-Sq = 73,73%   R-Sq(adj) = 66,23%
                 Individual 95% CIs For Mean Based on
                Pooled StDev
Level   N    Mean   StDev   —+————+————+————+———
1       4   2126,8   306,0              (——*——)
2       4   2678,0   488,9                  (——*——)
3       4   2551,8   193,6                 (——*——)
4       4   2128,0   408,3              (——*——)
5       4   1796,0   163,0           (——*——)
6       4   1681,0   254,2          (——*——)
7       4   1316,0   188,4       (——*——)
                              —+————+————+————+———
                              1200    1800    2400    3000

Pooled StDev = 307,9
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan
Individual confidence level = 99,62%
Perlakuan = 1 subtracted from:
Perlakuan  Lower  Center  Upper -+————+————+————+—
2       -156,8   551,3  1259,3                (——*——)
3       -283,1   425,0  1133,1               (——*——)
4       -706,8     1,3   709,3             (——*——)
5      -1038,8  -330,7   377,3           (——*——)
6      -1153,8  -445,7   262,3           (——*——)
7      -1518,8  -810,8  -102,7      (——*——)
                              -+————+————+————+—
                              -1200     0    1200    2400
```

```
Perlakuan = 2 subtracted from:
Perlakuan   Lower   Center   Upper -+————+————+————+—
3    -834,3    -126,3     581,8              (——*——)
4   -1258,1    -550,0     158,1            (——*——)
5   -1590,1    -882,0    -173,9          (——*——)
6   -1705,1    -997,0    -288,9          (——*——)
7   -2070,1   -1362,0    -653,9        (——*——)
                                   -+————+————+————+-
                                   -1200      0    1200    2400
Perlakuan = 3 subtracted from:
Perlakuan   Lower   Center   Upper ———+————+————+—
4   -1131,8    -423,7     284,3            (——*——)
5   -1463,8    -755,8     -47,7          (——*——)
6   -1578,8    -870,8    -162,7          (——*——)
7   -1943,8   -1235,8    -527,7        (——*——)
                                   ————+————+————+—
                                   -1200      0    1200    2400
Perlakuan = 4 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center   Upper -+————+————+————+—
5   -1040,1    -332,0     376,1            (——*——)
6   -1155,1    -447,0     261,1            (——*——)
7   -1520,1    -812,0    -103,9          (——*——)
                                   -+————+————+————+—
                                   -1200      0    1200    2400
Perlakuan = 5 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center  Upper -+————+————+————+—
6    -823,1    -115,0     593,1              (——*——)
7   -1188,1    -480,0     228,1            (——*——)
                                   -+————+————+————+—
                                   -1200      0    1200    2400
Perlakuan = 6 subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center  Upper -+————+————+————+—
7   -1073,1    -365,0     343,1            (——*——)
                                   -+————+————+————+—
                                   -1200      0    1200    2400
```

5.5 Perbandingan Hasil Perhitungan RAL dengan Minitab dan Manual
Berdasarkan data hasil perhitungan Sidik Ragam (Analysis of Variance, ANOVA) maka diperoleh perbedaan hanya pada adanya nilai peluang yang disajikan dalam bentuk F_{tabel} pada tingkat kepercayaan 1% dan 5%. Namun demikian, pada perhitungan Minitab dapat diketahui bahwa hasil percobaan

memberikan pengaruh jika nilai P (Peluang) mendekati angka 0. Hal ini berarti pembaca tidak perlu melihat nilai F dari Tabel untuk memastikan kesimpulan tersebut.

Perhitungan dengan Minitab 15.1

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	6	5587175	931196	9,83	0,000
Error	21	1990237	94773		
Total	27	7577412			
	S=307,9	R-Sq=73,73%	R-q(adj) = 66,23%		

Perhitungan dengan Manual

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung} [b]	F_{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	6	5.587.174	931.196	9,83**	2,57	3,81
Galat percobaan	21	1.990.238	94.773			
Total	27	7.577.412				

5.6. Pertimbangan Penting

Pertimbangan penting disajikan dalam tulisan ini untuk memperhatikan teknik pengisian data dan patokan yang diambil, tahapan penyelesaian, serta perbandingan antara manual dengan program Minitab.

a. Teknik Pengisian data ke lembar kerja Minitab
   Untuk teknik pengisian data ke lembar kerja (spreadsheet) Minitab sebaiknya menggunakan patokan (Hasil)(Baris)(Kolom). Artinya, pada kolom (lajur) pertama yang umumnya di C1 menunjukkan data hasil, kemudian untuk baris (perlakuan) digunakan untuk kolom kedua (C2), dan dilanjutkan pada C3 untuk kolom atau blok pada Rancangan Acak Kelompok (RAK).
   Pertimbangan ini perlu dilakukan untuk memudahkan pengecekan data, kemudian pengecekan perlakuan atau blok ataupun faktor-faktor lain yang dipertimbangkan dalam percobaan anda.

b. Tahapan Penyelesaian di program Minitab
   Pada penggunaan Program Minitab, dilakukan secara bertahap dengan membuka kotak dialog kepada pengguna sehingga sebelum menggunakannya, perlu dirancang bentuk grafik yang diinginkan serta perbandingan apa yang diharapkan.

c. Perbandingan perhitungan Manual dengan Minitab

Pembeda utama antara perhitungan Manual dengan Minitab selain faktor otomatisasi adalah penggunaan tabel F yang tidak diperlukan lagi karena pengguna cukup melihat nilai P yang tersedia dalam hasil perhitungan. Contoh tabel sidik ragam yang dihitung dengan Minitab seperti berikut ini menunjukkan nilai P=0.000 yang berarti Nilai F hitung memiliki peluang 100% untuk tingkat kepercayaan yang menolah H_o. Dengan nilai tersebut maka pengguna program Minitab sudah yakin bahwa percobaan tersebut dapat dinyatakan berbeda nyata sampai pada tingkat kepercayaan 99%.

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	6	5587175	931196	9,83	0,000
Error	21	1990237	94773		
Total	27	7577412			
	S=307,9	R-Sq = 73,73%	R-q(adj) = 66,23%		

5.7 Soal-Soal Latihan

Soal-soal yang disajikan dalam buku ini menjadi bahan "pekerjaan rumah" bagi pembaca untuk dicoba, baik melalui perhitungan manual maupun dengan penggunaan program Minitab. Jika ada kesulitan dipersilahkan berkonsultasi dengan penulis melalui email.

5.7.1 Soal Pertama

Sebuah pabrik kayu lapis menguji 30 lembar ketebalan papan partikel yang mengalami perlakuan berbeda. Perlakuan yang diberikan adalah pemanasan pada suhu 60°F, 120°F, 150°F, dan setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 10 kali (r=10) dan datanya disajikan pada Tabel 5.5.1 berikut ini;

Tabel 5.5.1 Ketebalan kayu lapis

Ulangan	60°F	120°F	150°F
1	17.5	15.5	16.5
2	16.5	17.0	17.5
3	17.0	18.5	15.5
4	17.0	15.5	16.5
5	15.0	17.0	16.0
6	18.0	18.0	13.5
7	15.0	16.0	16.0
8	22.0	14.0	13.5
9	17.5	17.5	16.0
10	17.5	17.5	16.5

Karena anda bertugas sebagai peneliti dan manajer kualitas pabrik maka anda diminta saran dari data tersebut. Bagaimana langkah-langkah yang anda lakukan untuk menjawab permasalahan tersebut?

5.7.2 Soal Kedua

Lembaga penelitian mengkaji daya tumbuh/kecambah satu varietas berdasarkan lima cara perlakuan yang diterapkannya. Hasilnya diperoleh berdasarkan jumlah 100 benih yang disebar dan yang dihitung adalah jumlah benih yang mati untuk lima ulangan pada setiap perlakuan.

Perlakuan	Jumlah benih yang mati (ulangan)				
	1	2	3	4	5
A1	8	10	12	13	11
A2	2	6	7	11	5
A3	4	10	9	8	10
A4	3	5	9	10	6
A5	9	7	5	5	3

Pertanyaannya yang harus dijawab adalah:

1. Susun Tabel Sidik ragamnya berdasarkan perhitungan Manual?
2. Bagaimana F hitung dari permasalahan RAL di atas jika menggunakan program Minitab? Apakah nilainya berbeda nyata pada taraf kepercayaan 5% atau 1%?
3. Buatkan Gambar untuk sisaannya seperti pada panduan teknis Minitab.
4. Dalam penggunaan Minitab, catat kesulitan dan manfaatnya untuk menjawab permasalahan ini kemudian dapat dikonsultasi ke penulis.

5.7.3 Soal Ketiga

Satu peternakan sapi melakukan penelitian pertambahan berat badan perekor untuk 150 hari (kg/100 hari sapi) masa percobaan. Hasilnya disajikan dalam data tabel berikut ini:

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
B1	67	72	76	71
B2	70	64	87	57
B3	47	83	89	77
B4	34	65	75	69

Berdasarkan hasil perhitungan manual maka anda dipersilahkan melengkapi tabel Sidik ragam berikut ini:

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung} [b]	F_{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	3				3.49	5.95
Galat percobaan	12					
Total	15					

Pertanyaan:
1. Bagaimana hasil perhitungan sidik ragam dari permasalahan diatas jika menggunakan Program Minitab 15.1?
2. Bagaimana kesimpulan anda jika memperhatikan nilai F Hitung lebih kecil daripada F Tabel pada tingkat kepercayaan 5% dan 1%?

5.7.4 Soal Keempat

Perusahaan lampu mempertimbangkan hasil dari uji produk dari 5 laboratorium dengan masing-masing mengambil 11 sampel dan disajikan data sebagai berikut:

ULANGAN	LABORATORIUM				
	1	2	3	4	5
1	2.9	2.7	3.3	3.3	4.1
2	3.1	3.4	3.3	3.2	4.1
3	3.1	3.6	3.5	3.4	3.7
4	3.7	3.2	3.5	2.7	4.2
5	3.1	4.0	2.8	2.7	3.1
6	4.2	4.1	2.8	3.3	3.5
7	3.7	3.8	3.2	2.9	2.8
8	3.9	3.8	2.8	3.2	3.5
9	3.1	4.3	3.8	2.9	3.7
10	3.0	3.4	3.5	2.6	3.5
11	2.9	3.3	3.8	2.8	3.9

Pertanyaan:
1. Bagaimana hasil perhitungan sidik ragam dari permasalahan diatas jika menggunakan Program Minitab 15.1?
2. Bagaimana kesimpulan anda jika memperhatikan nilai F Hitung dan perbandingannya dengan F Tabel pada tingkat kepercayaan 5% dan 1%?
3. Hasil Perhitungan dengan Minitab 15.1 disajikan berikut ini sebagai pembanding dari upaya anda!

One-way ANOVA: Hasil versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	4	2.987	0.747	4.53	0.003
Error	50	8.233	0.165		
Total	54	11.219			

S = 0.4058 R-Sq = 26.62% R-Sq(adj) = 20.75%

BAB-6
RANCANGAN ACAK KELOMPOK

6.1. Target Pembaca

Penulisan buku ini akan memberikan kemampuan untuk:

- Memahami prinsip dasar rancangan acak kelompok
- Mengerti teknik perhitungan secara manual RAK
- Mengerti penggunaan Minitab untuk perhitungan komponen RAK

6.2. Pengertian Rancangan Acak Kelompok

Penggunaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) didasarkan pada pemikiran bahwa peneliti mempertimbangkan dua faktor dan interaksinya sehingga keragaman dapat dikurangi. Berdasarkan kondisi ini, faktor penentu keragaman diupayakan lebih banyak berasal dari perlakuan.

Pengujian hipotesis dilakukan untuk menyatakan sebuah pernyataan itu benar berdasarkan sejumlah data. Pengujian hipotesis mencakup dua hipotesis: hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1). Hipotesis nol adalah sebuah pernyataan awal dan selalu dikaitkan penelitian terdahulu atau pengetahuan umum. Hipotesis alternatif adalah sesuatu yang anda anggap benar atau diharapkan terbukti benar.

Proses pembuatan Keputusan untuk uji hipotesis dapat berdasarkan nilai peluang (nilai-p) yang diperoleh dari pengujian.

- Jika nilai-p lebih rendah atau setara dengan tingkat kepercayaan yang telah ditetapkan (nilai a), kemudian anda menolak hipotesis nol dan mendukung pernyataan untuk hipoteses alternatif.
- Jika nilai-p lebih besar daripada tingkat kepercayaan yang telah anda tetapkan (nilai a) maka anda gagal menolak hipotesis nol dan tidak dapat mendukung hipotesis alternatif.

Berdasarkan studi pustaka, pengujian hipotesis akan menghasil empat kemungkinan hasil. Hasil ini tergantung pada hopotesis nol itu benar atau salah dan apakah anda menolak atau gagal menolak hipotesis nol. Keempat kemungkinan hasil disajikan di tabel berikut ini.

Tabel 6.2.1 Empat Kemungkinan untuk Pengujian Hipotesis

Keputusan	Benar	Salah
Gagal menolak Ho	Keputusan Tepatp=1-a	Tipe Galat IIp=b
Tolak Ho	Tipe Galat Ip=a	Keputusan Tepatp=1-b

Jika hipotesis nol benar dan anda menolaknya maka anda telah memuat tipe Galat I. Peluang untuk membuat Tipe Galat I disebut alpha (*a*) dan mengacu pada tingkat kepercayaan. Jika hipotesis nol salah dan anda gagal menolaknya, maka anda membuat tipe Galat II. Peluang untuk membuat tipe Galat II disebut *Beta* (*b*). Peluang untuk menolak hipotesis nol jika salah adalah setara dengan 1-b.

6.2.1. Persamaan Matematika

Persamaan matematika untuk analisis statistika pada RAK dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$y_{ijk} =$

Dimana:

m_{ij} = nilai tengah populasi, m = nilai tengah
a_i = pengaruh baris ke I b_j = pengaruh kolom ke j

Atau juga dapat dinyatakan sebagai berikut:

dimana y_{ijk} = pengamatan ke k pada A adalah level ke I dan B adalah level ke j, m = rataan umum, $á_i$ = pengaruh pada tingkat ke i dari baris faktor A, $â_j$ = pengaruh pada tingkat ke j dari kolom faktor B, dan $(áâ)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara A dan B, serta $å_{ijk}$ = galat bebas dan tersebar normal dengan rataan 0, dan ragam konstan $ó^2$.

6.2.2. Rumus untuk Analisis Ragam

Pembangunan model matematika untuk rancangan acak kelompok didasarkan pada Tabel 6.2.2a dimana simbol k adalah kelompok atau blok, sedangkan perlakuan dilambangkan dengan p. Hasil tabel ini kemudian digunakan untuk perhitungan semua komponen dari sidik ragam RAK yang disajikan pada Tabel 6.2.2b, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan sidik yang tersaji pada Tabel 6.2.2c.

Tabel 6.2.2a Struktur Data Untuk RAK

Perlakuan	Kelompok				Perlakuan	
	1	2	...	k	Total $\sum Y_{i.}$	Rataan
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1k}	$y_{1.}$	
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2k}	$y_{2.}$	
...	...	...	...	...	...	...
p	y_{p1}	y_{p2}	...	y_{pk}	$y_{p.}$	
Total $\sum Y_{.j}$	$y_{.1}$	$y_{.2}$	...	$y_{.k}$	$y_{..}$	
Rataan			...			

Tabel 6.2.2b Komponen Dan Persamaan Matematika RAK

No	Nama	Singkatan	Persamaan Statistika
1	Faktor Koreksi(FK)	FK	$\frac{y_{..}^2}{pk}$
2	Jumlah Kuadrat Kelompok	JKK	$\frac{1}{p}\sum_{j=1}^{k} y_{.j}^2 - \frac{y_{..}^2}{pk}$
3	Jumlah Kuadrat Perlakuan	JKP	$\frac{1}{k}\sum_{j=1}^{p} y_{i.}^2 - \frac{y_{..}^2}{pk}$
4	Jumlah Kuadrat Galat	JKG	JKT - JKK - JKP
5	Jumlah Kuadrat Total	JKT	$\sum_{i=1}^{p}\sum_{k=1}^{k} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{pk}$

Tabel 6.2.2c Sidik Ragam RAK

Sumber Keragaman (SK)	Derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	F_{Tabel}	
					a=0.05	a=0.01
Kelompok	k-1	JKK	KTK=JKK/k-1			
Perlakuan	p-1	JKP	KTP=JKP/p-1	KTP/		
Galat	(k-1)(p-1)	JKG	KTG=JKG/	KTG		
Total	kp-1	JKT	(k-1)(p-1)			

6.3. Contoh Soal dan Solusi

6.3.1. Contoh Soal

Seorang peneliti tanaman memberikan enam perlakuan khusus pada tanaman penghasil minyak nabati *S. Linicola* dan membagi menjadi empat kelompok atau blok perlakuan karena mempertimbangkan empat lokasi. Dampak perlakuan tersebut diukur dalam satuan persen pertumbuhan dan disajikan seperti pada Tabel 6.3.1 berikut ini.

Tabel 6.3.1 Data contoh RAK

Perlakuan	BLOK			
	1	2	3	4
A	4.4	5.9	6.0	4.1
B	3.3	1.9	4.9	7.1
C	4.4	4.0	4.5	3.1
D	6.8	6.6	7.0	6.4
E	6.3	4.9	5.9	7.1
F	6.4	7.3	7.7	6.7

Sumber data : Tteel and Torrie (1983)

Pertanyaannya adalah:
1. Buat analisis ragam?
2. Apakah perlakuan ini berbeda nyata secara statistika berdasarkan perhitungan manual dan program Minitab?
3. Gali informasi lebih banyak dari data RAK tersebut?
4. Bagaimana kesimpulan anda?

6.3.2. Solusi Manual

Tahapan Perhitungan Manual

1. Buat Pernyataan tentang Uji Hipotesis bahwa:

a. H_o' = $a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6$
b. H_o" = $b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 + b_6$
c. H_1' = Paling tidak ada satu dari a ¹ 0
d. H_1" = Paling tidak ada satu dari b ¹ 0
e. Tentukan wilayah kritis dengan memperhatikan Tabel Uji F sehingga diperoleh nilai a. f_1 › 2.90; dan f_2› 4.56

2. Membuat Tabel Perhitungan seperti berikut ini

PERLAKUAN	KELOMPOK				TOTAL PERLAKUAN		
	1	2	3	4	$Y_{i.}$	Ó Y^2_{ij}	Rataan
A	4.4	5.9	6.0	4.1	20.4	106.98	35.1
B	3.3	1.9	4.9	7.1	17.2	88.92	34.3
C	4.4	4.0	4.5	3.1	16.0	65.22	34.0
D	6.8	6.6	7.0	6.4	26.8	179.76	36.7
E	6.3	4.9	5.9	7.1	24.2	148.92	36.0
F	6.4	7.3	7.7	6.7	28.1	198.43	37.0
Total Y_j	31.6	30.6	36.0	34.5	132.7		35.5
Blok $\sum_i Y_{ij}^2$	176.50	175.28	223.36	213.09		788.23	

3. Hitung Faktor Koreksi (FK) = Y^2/rt
   FK = $(132.7)^2/(4x6)$
   = 733.72

4. Hitung Jumlah Kuadrat Total (JK_{Total})=

   a. JK_{Total} = 106.98 + ...+ 198.43 – 733.72 = 54.51 atau
   b. JK_{Total} = 176.50 + ...+ 213.09 – 733.72 = 54.51

5. Hitung Jumlah Kuadrat Kelompok ($JK_{Kelompok}$) =
   $JK_{Kelompok}$ = $(31.6^2 + ... + 34.5^2)/5$ - 733.72 = 3.14

6. Hitung Jumlah Kuadrat Perlakuan ($JK_{Perlakuan}$) =
   $JK_{Perlakuan}$ = (20.42+...+28.12)/4 – 733.72 = 31.65

7. Hitung Jumlah Kuadrat Galat (JK_{Galat})
   JK_{Galat} = JK_{Total} - $JK_{Kelompok}$ - $JK_{Perlakuan}$
   = 54.51 – 2.14 - 31.65
   = 19.72

$\frac{\sum Y_{ij}^2}{t} - FK = FK$

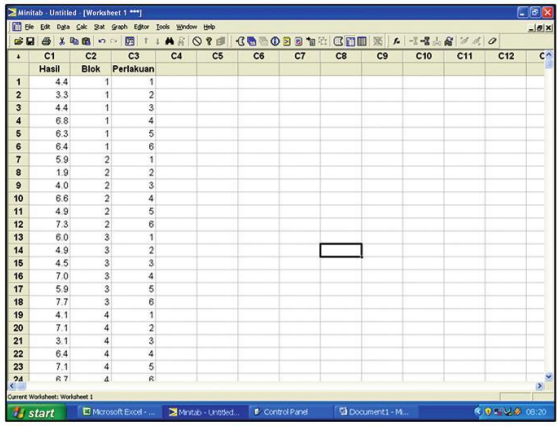
8. Buat Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman (SK)	Derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{Hitung}	F_{Tabel}	
					a=0.05	a=0.01
Kelompok	3	3.14	1.05	0.80	3.29	5.42
Perlakuan	5	31.65	6.33	4.83**	2.90	4.56
Galat	15	19.72	1.31			
Total	23	54.51				

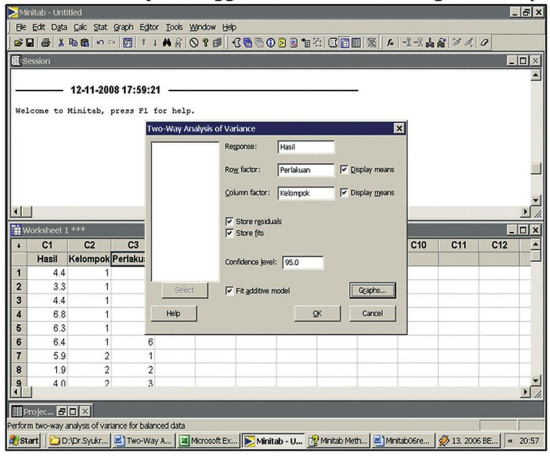
9.Buat Kesimpulan
Berdasarkan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada nilai Fhitung sebesar 4.83 (F_{hitung}=4.83) dan lebih besar daripada nilai F Tabel pada tingkat kepercayaan a=0.01 yaitu 4.56 ($F_{hitung, a=0.01}$= 4.56), maka ditolak H_0 kemudian didukung H_1.

6.3.3. Solusi Minitab

Langkah 1. Proses pengetikan di Program Minitab dilakukan seperti mengetik data di lembar kerja (Spreadsheet) Excel sehingga tampak seperti gambar berikut ini.

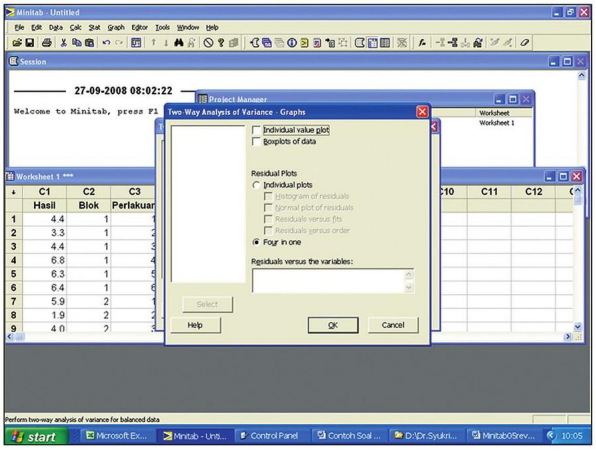


Langkah 2. Perhitungan ANOVA dapat dilakukan dengan cara mengklik menu Stat º% Anova º% Two-Way sehingga muncul kotak dialog ***Two Way Analysis of Variance*** seperti berikut ini.



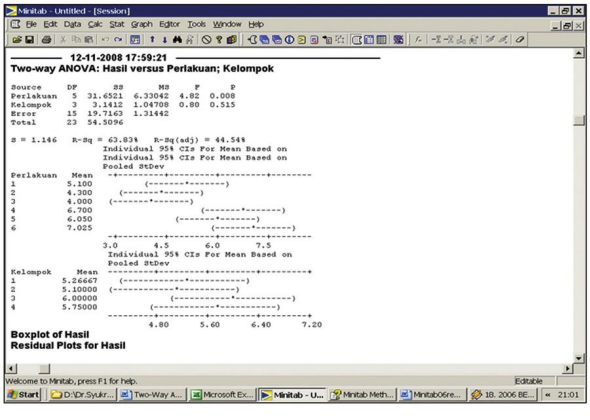
- Pada **Response** diisi **Hasil**
- Pada **Row factor** diisi **Perlakuan** dan juga dapat memilih ***Display means***
- Pada ***Column factor*** diisi ***Blok*** dan juga dapat memilih ***Display*** **means**
- Klik pada kotak dialok sehingga bertanda (Ö) ***Store residual*** untuk menyimpan sisaan, demikian juga untuk ***Store fits*** jika anda memerlukannya.
- Tetap pertahankan tingkat kepercayaan (***confidence level***) pada nilai 95%.

Langkah 3. Pembuatan grafik dengan cara mengklik Graphs sehingga muncul kotak dialog grafik seperti berikut ini:



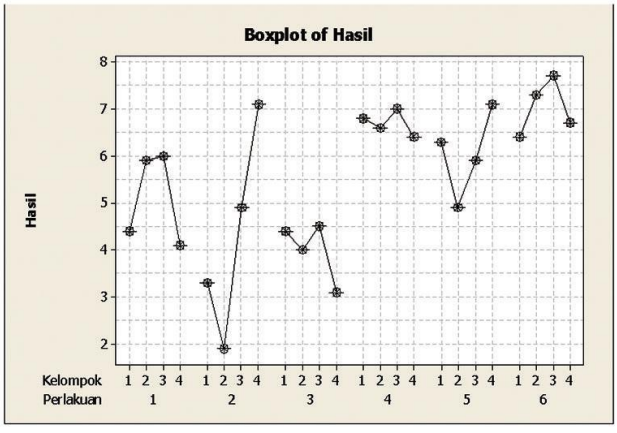
Buat grafik individu atau group ? Untuk pembuatan grafik, sebaiknya digunakan ***Boxplots of Data*** dan ***Four in One*** untuk plot data sisaan. Kemudian klik OK untuk semua kotak dialog sampai pada hasil seperti berikut ini.

Hasil perhitungan dengan menggunakan Minitab disajikan pada Gambar berikut ini.

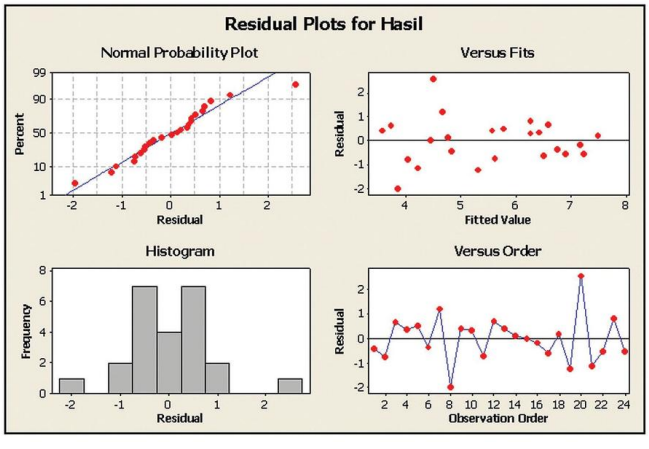


Pada hasil perhitungan disajikan juga **Boxplot** Hasil dan **Residuals Plot** untuk Hasil seperti Gambar berikut ini.

a. Box plot Hasil

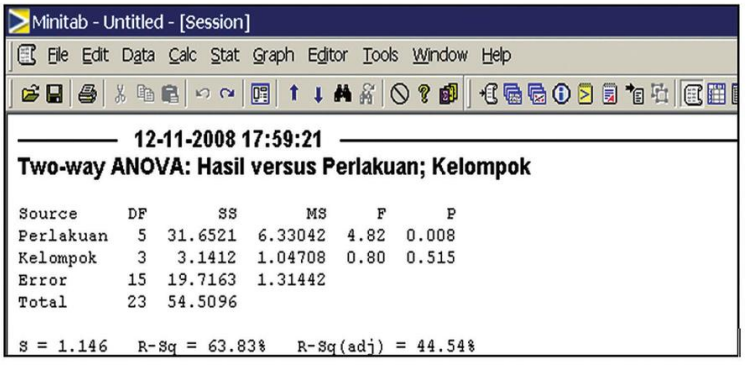


b. Residual Plot untuk Hasil



Jawaban Pertanyaan

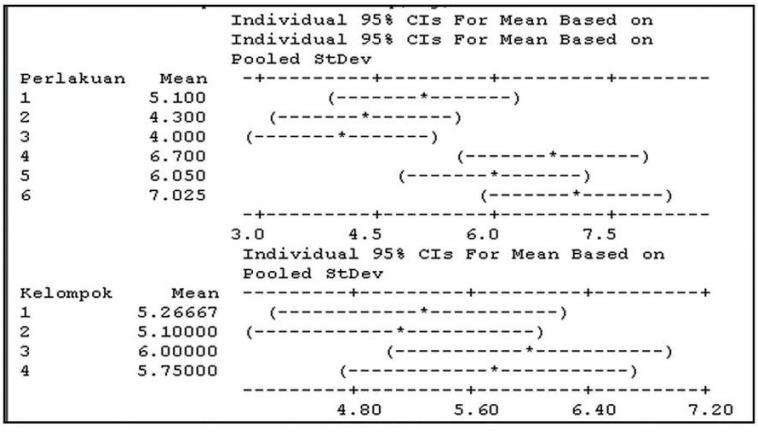
1. Buat analisis ragam?
   Jawab:
   Berdasarkan hasil perhitungan secara manual dan otomatis dengan program Minitab, maka telah dihitung semua komponen analisis ragam seperti yang tersaji pada Gambar berikut ini.



2. Apakah perlakuan ini berbeda nyata secara statistika berdasarkan perhitungan manual dan program Minitab?
   Jawab:
   Berdasarkan hasil analisis ragam, diperoleh nilai-p untuk kelompok dan perlakuan masing masing sebesar 0.008 dan 0.515. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk kelompok, kita tidak dapat menolak Ho:b_1=0, sedangkan untuk perlakuan, kita dapat menolak Ho=a_1.

3. Gali informasi lebih banyak dari data RAK tersebut?
   Jawab:
   Informasi yang dapat digali dari hasil analisis data RAK adalah:
   a. Dari analisis ragam, komponen yang juga penting adalah s, R-Sq, dan R-Sq(adj) yang menjelaskan bahwa:
   - Nilai s yang rendah maka model akan lebih baik sebagai alat prediksi respon;
   - R-Sq mengambarkan jumlah variasi nilai respon yang diamati dan akan dijelaskan oleh penduga. Nilai tersebut akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduga;
   - R-Sq(adj) adalah modifikasi dari nilai R-Sq yang disesuaikan dengan model. Jika anda melibatkan faktor yang tidak perlu maka nilai R akan tinggi, Tidak seperti nilai R yang lain, nilai R yang telah disesuaikan ini akan lebih rendah. Penggunaannya akan lebih jika dipakai untuk membandingkan model dengan jumlah penduga yang berbeda-beda.

b. Selang kepercayaan sebesar 95% juga memberikan keyakinan kepada kita bahwa nilai-nilai individu untuk kelompok dan perlakuan juga berada pada selang tersebut seperti yang ditunjukkan oleh CI (***Confidence Interval***) seperti gambar berikut ini:



c. Berdasarkan analisis sisaan yang tersaji dalam empat gambar satu tampilan (*Four graph for one*) maka dapat disimpulkan bahwa model ini dapat digunakan sebagai alat prediksi dengan argumentasi bahwa sisaan yang ada mendekati garis sesuai (*fitted line*) dan sebaran sisaannya adalah simteris pada histogram.

Bagaimana kesimpulan anda?
Jawab:
Kesimpulan yang diperoleh dari contoh latihan adalah:
Penggunaan program Minitab jauh lebih memudahkan analisis statistika karena efisiensi waktu dan fasilitas fitur-fitur yang memberikan informasi grafik dan nilai komponen statistika sehingga pengguna dapat memutuskan kesimpulan dan mencapai tujuan penelitianya.

6.4. Pertimbangan Penting

Prinsip Dasar Penyelesaian adalah:

a. Teknik Pengisian data ke lembar kerja Minitab
   Untuk teknik pengisian data pada worksheet Minitab sebaiknya berpedoman pola (Hasil)(Kolom)(Baris) demi kemudahan pengecekan data dan hasil.

b. Tahapan Penyelesaian di program Minitab
Penulis menyarankan untuk mendayagunakan fasilitas Bantuan (Help) jika anda mengalami kesulitan, karena program Minitab telah lengkap memberikan fasilitas berupa panduan, persamaan matimatika untuk setiap komponen analisis, akses ke *provider*, contoh kasus serta pustaka yang dipakai untuk membangun dasar teorinya. Teknik penggunaan fasilitas bantuan (Help) adalah menekan tombol **F1**.

6.5. Latihan Soal dan Solusi

Latihan soal dan solusi yang digunakan dalam buku ini merupakan bagian dari buku ajar yang telah dikaji oleh penulis, dan kini lebih diungkapkan teknik penggunaan program Minitabnya dan kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perhitungan tersebut.

6.5.1. Latihan Soal dan Solusi 1

Sebuah peternakan sapi melakukan percobaan penggunaan hormon perangsang pertumbuhan Stillbestrol dengan dua takaran yaitu 0 (H_0) dan 3 (H_3) mg/ternak untuk ternak muda berkelamin jantan dan betina. Lokasi yang digunakan ada empat wilayah sehingga diputuskan untuk menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) tanpa interaksi.

Tabel 6.5.1a Kombinasi Perlakuan

Jenis Kelamin	Hormon (mg/ternak)	
	0	3
Jantan (J)	JH_0	JH_3
Betina (B)	BH_0	BH_3

Hasil ingin diketahui adalah pertumbuhan ternak selama 100 hari sesudah perlakuan. Indikator yang digunakan adalah pertambahan berat badan ternak dalam satuan kg. Karena peneliti menggunakan dua takaran hormon perangsang dan dua jenis kelamin ternak maka terdapat empat kombinasi perlakuan seperti yang disajikan pada Tabel 6.5.1a sedangkan Tabel 6.5.1b menyajikan data.

Tabel 6.5.1b Data Pertumbuhan Berat Badan Ternak

Perlakuan	KELOMPOK			
	I	II	III	IV
JH_0	47	52	62	51
BH_0	50	54	67	57
JH_3	57	53	69	57
BH_3	54	65	74	59

Sumber: Little dan Hills (1978).

Pertanyaan yang diajukan terkait dengan data tersebut adalah:
1. Bagaimana perbandingan tahapan perhitungan analisis ragam untuk RAK secara (a) manual dan (b) Minitab untuk data tersebut?
2. Apakah ada perbedaan hasil akibat perlakuan atau kelompok pada data tersebut?

Berdasarkan persamaan matematika yang membangun model linier untuk Rancangan Acak Kelompok (RAK) tanpa interaksi seperti ini ($m_{ij} = m + a_i + b_j + e_{ij}$), dimana faktor perlakuan dan kelompok harus diuji melalui analisis ragam untuk menguji bahwa:

1. a. $H_0 : a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = 0$

   b. $H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = 0$

2. a. H_1 paling tidak ada satu
   b. H_2 paling tidak ada satu

3. Tingkat kepercayaan yang ditetapkan adalah untuk berbeda nyata dan untuk berbeda sangat nyata.

4. Ditetapkan wilayah kritis berdasarkan penggunaan Tabel sebaran F dengan nilai $F_{(a=0.05)} = 3.86$ dan $F_{(a=0.05)} = 6.99$.

Perhitungan Manual

Untuk perhitungan manual, penulis membuat ringkasan langkah sehingga diharapkan rincian selanjutnya dapat dikerjakan sendiri oleh pembaca dengan mengacu pada contoh soal 6.3.1. Dengan mengacu pada contoh tersebut maka data tabel 6.5.1b dibuat tambahan perhitungan menjadi Tabel 6.5.1c untuk perhitungan dan Tabel 6.5.1d.

Tabel 6.5.1c Data Perhitungan Pertumbuhan Berat Badan Ternak

Perlakuan	BLOK				Perlakuan	
	I	II	III	IV	Total (åYi.)	Rataan (Yi.)
JH_0	47	52	62	51	212	53
BH_0	50	54	67	57	228	57
JH_3	57	53	69	57	236	59
BH_3	54	65	74	59	252	63
Total (åY.j)	208	224	272	224	928	=Y..
Rataan (Y.j)	52	56	68	56	Y..=	58

Tabel 6.5.1d. Analisis Ragam Untuk Pertambahan Berat Ternak

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(y..)^2}{(pk)} = \frac{(928)^2}{(4*4)} = 53.824$$

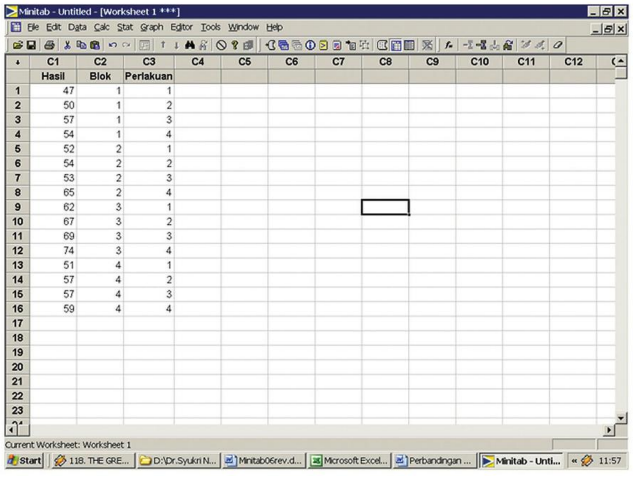
Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	F_{Tabel}	
					5%	1%
Kelompok	576	3	192	24.69		
Perlakuan	208	3	69.33	8.91	3.86	6.99
Galat	70	9	**7.78**			
TOTAL	854	15				

Berdasarkan perhitungan ini maka diperoleh nilai Fhitung=24.69 dan 8.91 untuk kelompok dan perlakuan serta nilai ragamnya sebesar 7.78 (s^2 setara dengan KT Galat), dimana nilai tersebut lebih besar daripada nilai Ftabel.

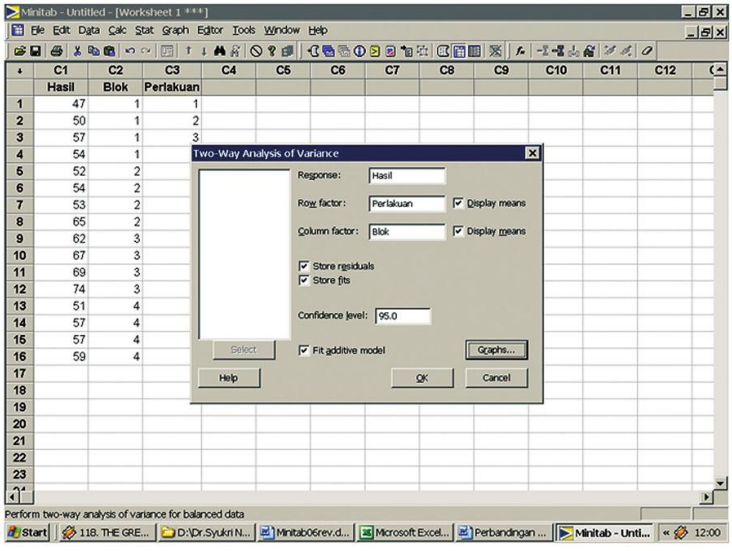
Perhitungan Minitab

Proses perhitungan dengan Program Minitab dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

Langkah 1. Pengisian data ke lembaran kerja (worksheet) Minitab dengan memperhatikan prinsip hasil, kolom (blok), baris (perlakuan) sehingga tampil seperti gambar berikut :



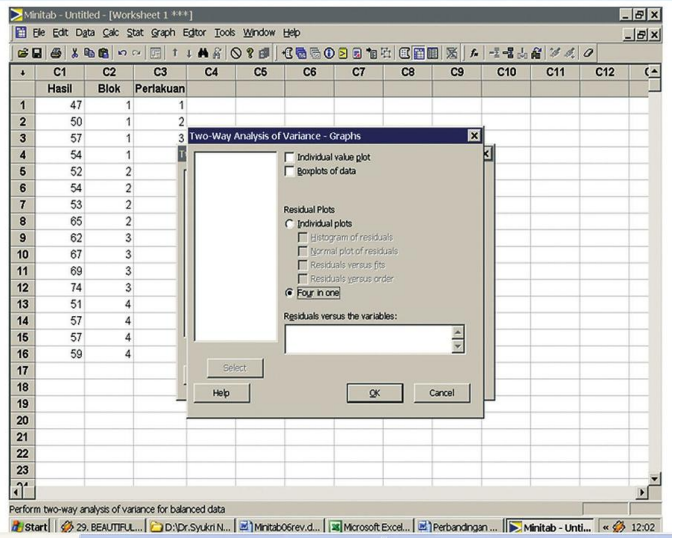
Langkah 2. Klik Stat ▶ ANOVA ▶Two-Way sehingga tampil kotak dialog **Two-Way Analysis of Variance** seperti Gambar berikut ini:



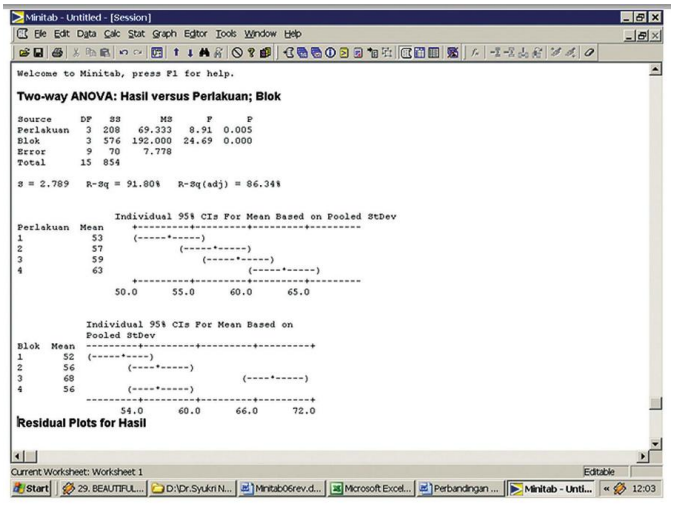
Pada kotak dialog **Two-Way Analysis of Variance** dilakukan pengisian sebagai berikut:

NO URUT	KOLOM DIALOG	TARGET PENGISIAN
1	Response	Hasil
2	Row Factor	Perlakuan
3	Display means	✔
4	Column factor	Blok
5	Display means	✔
6	Store residuals	✔
7	Store Fits	✔
8	Confidence Interval	95
9	Fit Additive model	✔

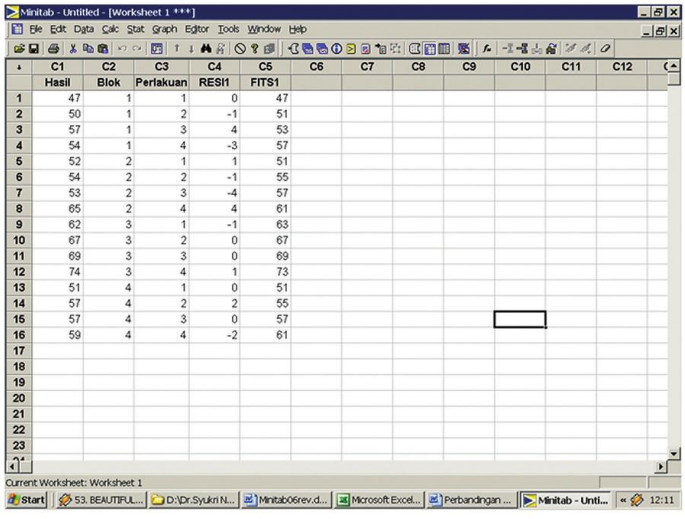
Langkah lanjutannya adalah pengisian kotak dialok Grafik seperti gambar berikut ini



Untuk kepraktisan dipilih **Four in One** untuk analisis sisaan, kemudian klik **OK** untuk semua kotak dialog sehingga muncul hasil perhitungan seperti pada gambar berikut ini.



Hasil dalam Kolom Data disajikan seperti gambar berikut ini:



Minitab - Untitled - [Worksheet 1 ***]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help

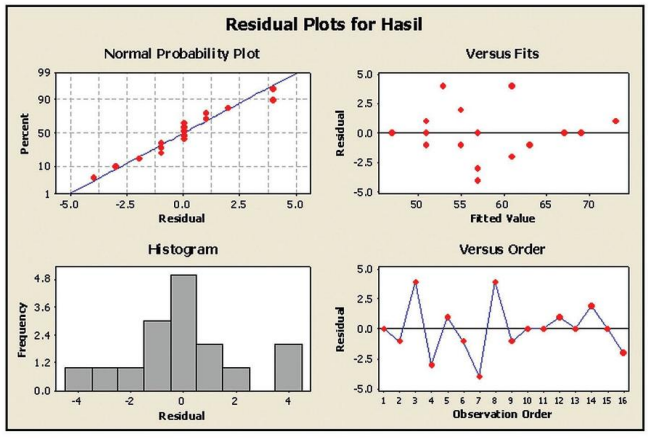
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Hasil	Blok	Perlakuan	RESI1	FITS1							
1	47	1	1	0	47							
2	50	1	2	-1	51							
3	57	1	3	4	53							
4	54	1	4	-3	57							
5	52	2	1	1	51							
6	54	2	2	-1	55							
7	53	2	3	-4	57							
8	65	2	4	4	61							
9	62	3	1	-1	63							
10	67	3	2	0	67							
11	69	3	3	0	69							
12	74	3	4	1	73							
13	51	4	1	0	51							
14	57	4	2	2	55							
15	57	4	3	0	57							
16	59	4	4	-2	61							
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												

Current Worksheet: Worksheet 1

Start | 53. BEAUTIFUL... | D:\Dr.Syukri N... | Minitab06rev.d... | Microsoft Excel... | Perbandingan ... | Minitab - Unti... | 12:11

Berdasarkan data yang tersaji pada RESI1 (C4) dan FITS1 (C5), tampak bahwa jumlah total untuk seluruh baris RESI1=0 yang bearti ada kesesuaian yang baik antara model dengan data. Implikasi dari hasil ini menunjukkan bahwa model dapat digunakan untuk prediksi.

Pernyataan ini juga dapat diperkuat jika pembaca memperhatikan grafik sisaan sebagai berikut:



Model dapat digunakan sebagai alat prediksi karena sisannya tersebar normal berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

PLOT SISAAN	PENJELASAN
Normal Probability Plot	Hampir semua data berhimpit pada garis model yang menunjukkan bahwa antara model dengan data sangat sesuai.
Histogram	Frekuensi sisaan menyerupai sungkup (bell) dengan nilai tengah sama dengan nol
Residual vs Fits Residual vs Order	Sisaan tersebar lebih merata yang menunjukkan bahwa sisaan tidak terpengaruh dengan urutan atau waktu pengamatan

Catatan: Untuk menyalin gambar plot sisaan dari program Minitab ke program pengolah kata seperti Microsoft Word, maka anda tingga menekan tombol **Ctrl C** di plot Minitab kemudian **Ctrl V** pada program pengolah kata yang anda inginkan.

6.5.2. Latihan Soal dan Solusi 2

Sebuah pusat penelitian pertanian melakukan uji dosis pemupukan urea sebanyak 6 tingkatan yaitu 25,50,75,100,125,dan 150 kg/ha pada empat lokasi untuk tanaman jagung. Hasil akhir data percobaan disajikan dalam bentuk Tabel 6.5.2 seperti berikut ini:

Tabel 6.5.2a Uji Coba Pemupukan di Empat Lokasi

Perlakuan Pupuk	BLOK (kg/ha)			
	I	II	III	IV
25	3223	3565	3309	3506
50	5346	5952	4719	4264
75	5272	5713	5483	4749
100	6532	6882	6985	6490
125	6233	5035	4507	4652
150	5254	4542	4919	4098

Berdasarkan sajian data itu, anda diminta melakukan analisis ragam untuk mencari tahu apakah ada pengaruh perlakuan pemupukan tersebut dengan produksi jagung pada empat lokasi tersebut.

Solusi Manual

Pada solusi manual, data Tabel 6.5.2 dicatat ulang untuk perhitungan komponen sidik ragam dan dimulai dengan menghitung total dan rataan setiap blok dan perlakuan, kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai Faktor Koreksi (FK) hingga komponen lainnya. Hasil hitungan disajikan pada Tabel berikut ini.

Tabel 6.5.2b Hitungan Uji Coba Pemupukan DI Empat Lokasi

Perlakuan Pupuk	BLOK (kg/ha)				Perlakuan	
	I	II	III	IV	Total	Rataan
25	3223	3565	3309	3506	13603	3.400.75
50	5346	5952	4719	4264	20281	5.070.25
75	5272	5713	5483	4749	21217	5.304.25
100	6532	6882	6985	6490	26889	6. 722.25
125	6233	5035	4507	4652	20427	5.106.75
150	5254	4542	4919	4098	18813	4.703.25
Total	31860	31689	29922	27759	121230	
Rataan	5 310.00	5 281.50	4 987.00	4 626.50		5051.25

Tabel 6.5.2c Sidik Ragam Uji Coba Pemupukan Di Empat Lokasi

Faktor Koreksi (FK) $FK = \frac{(y..)^2}{(pk)} = \frac{(121,230)^2}{(6*4)} = 612,363,037.5$

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajatbebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	F_{Tabel}	
					5%	1%
Kelompok	1827043.5	3	609014.5	2.90	0.05	0.01
Perlakuan	22819782.00	5	4563956.4	21.71	2.79	4.20
Galat	3153313.00	15	210220.87			
TOTAL	27800138.50	23				

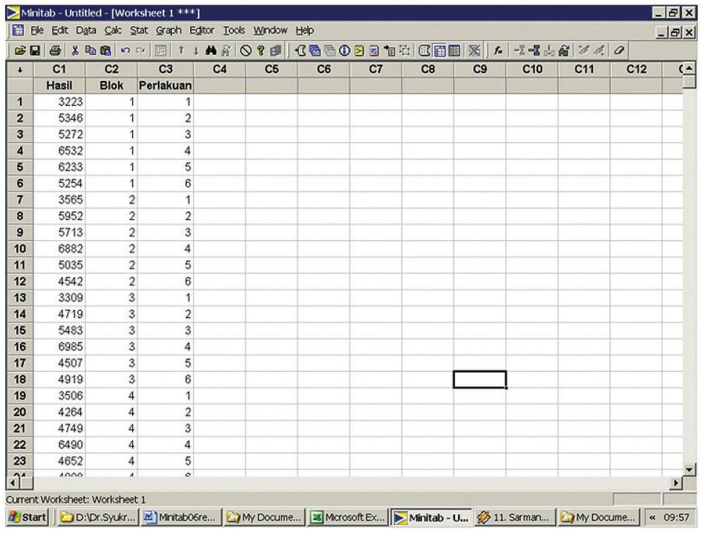
Catatan : Teknik perhitungan setiap komponen dapat dilakukan seperti pada contoh soal.

Solusi Minitab

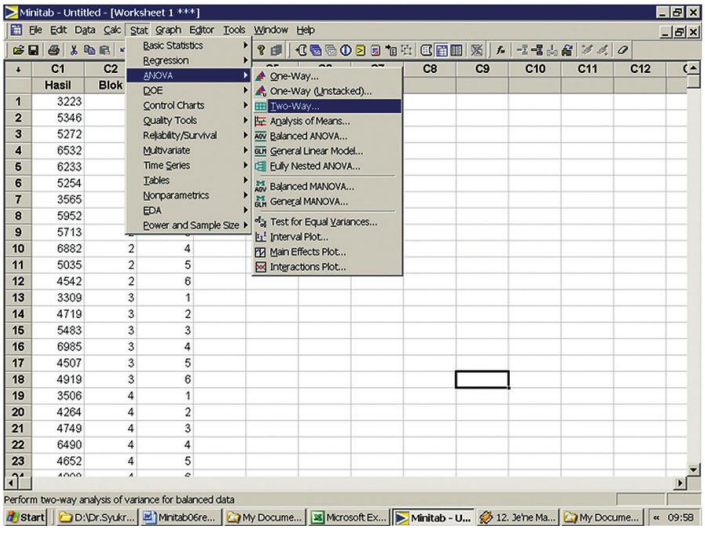
Tahapan Analisis statistika untuk data Tabel 6.5.2a dengan menggunakan program Minitab adalah:

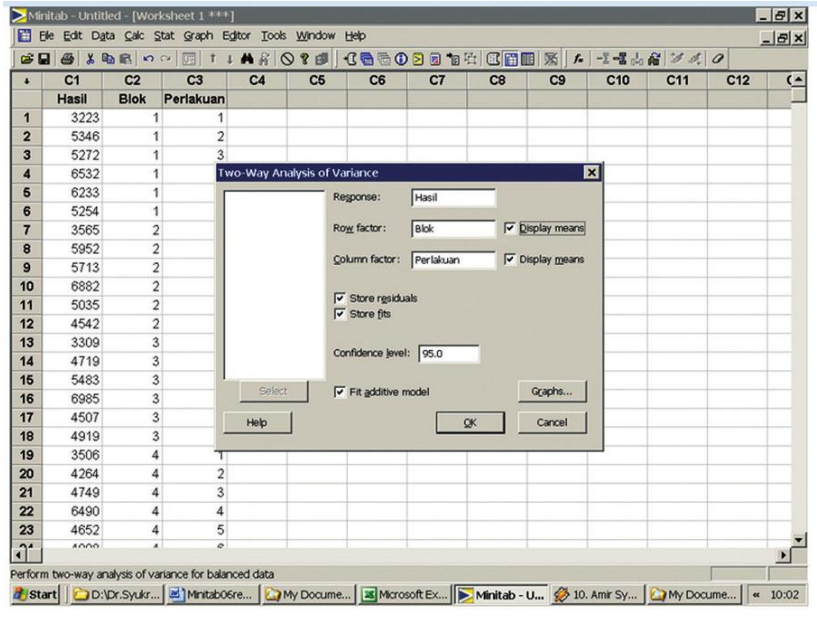
Langkah 1. Pengisian data ke worksheet Minitab dilakukan dengan memperhatikan pola hasil, blok, dan perlakuan sehingga tersaji seperti

Gambar berikut ini.



Langkah 2. Klik menu Stat ▶ANOVA ▶Two-Way seperti pada Gambar berikut ini sampai muncul Gambar kotak dialog **Two-Way analysis of variance**.

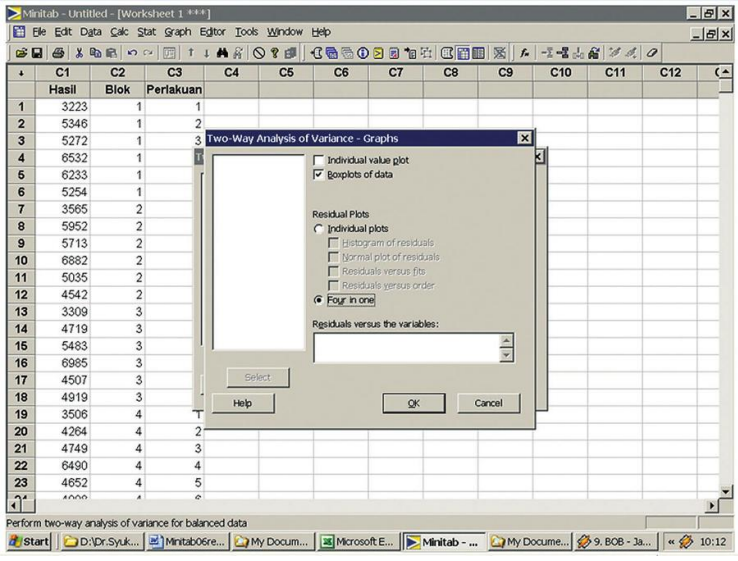




Langkah 3. Pada Kotak dialog **Two-Way Analysis of Variance** dilakukan pengisian data sebagai berikut :

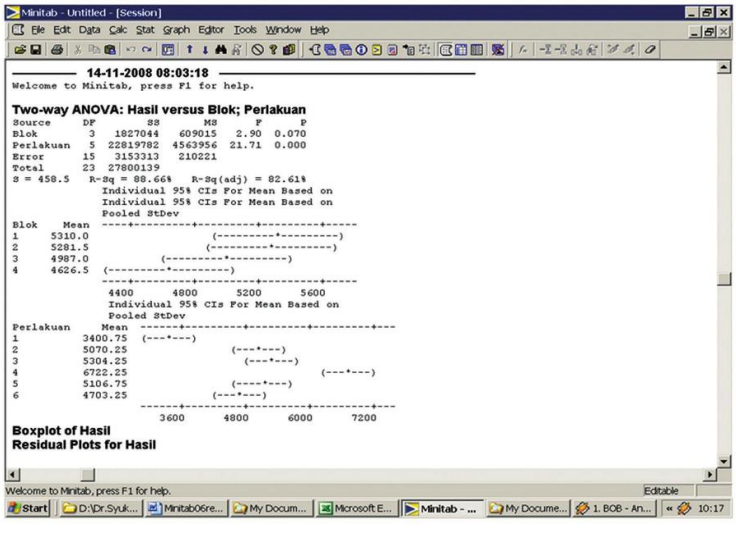
NO URUT	KOLOM DIALOG	TARGET PENGISIAN
1	Response	Hasil
2	Row Factor	Perlakuan
3	Display means	✔
4	Column factor	Blok
5	Display means	✔
6	Store residuals	✔
7	Store Fits	✔
8	Confidence Interval	95
9	Fit Additive model	✔

Langkah 4. Pembuatan Plot Sisaan dilakukan dengan mengklik tombol Graph pada kotak dialog **Two-Way Analysis of Variance**, kemudian mengisi **Boxplot** dan **Four in One**.

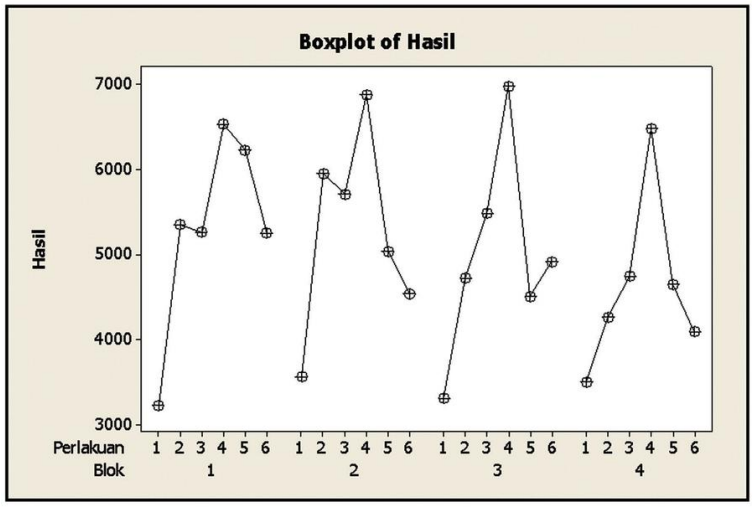


Kemudian klik OK pada semua kota dialog sampai keluar hasil perhitungan Minitab seperti Gambar berikut ini.

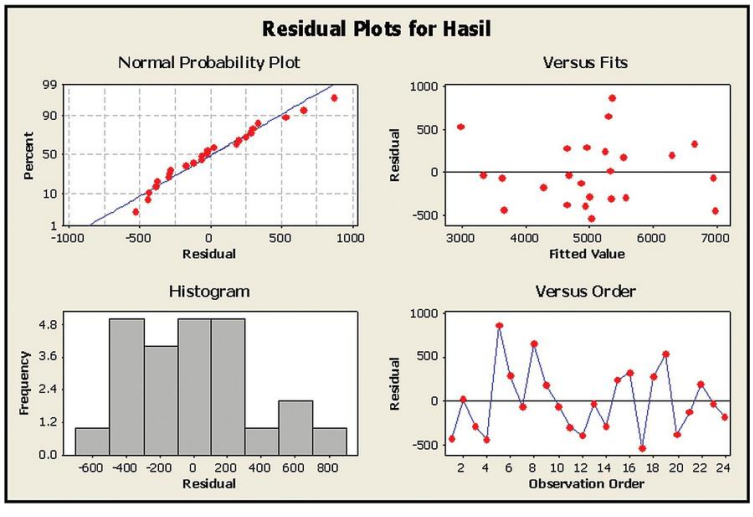
Hasil Perhitungan



Gambar BoxPlot



Gambar Plot Sisaan



Kesimpulan: Berdasarkan analisis sidik ragam maka tampak nilai Fhitung sebesar 21.71 untuk perlakuan dengan nilai-p sebesar 0.000 yang mengindikasikan bahwa perlakuan tersebut berbeda sangat nyata karena melebih nilai F tabel pada a=0.01.

Berdasarkan analisis sisaan yang terjasi dalam bentuk grafik/plot sisaan, menunjukkan bahwa model dapat digunakan sebagai alat penduga dan mampu menjelaskan pola data sebesar R-Sq = 88.66% dengan simpangan baku S = 458.5.

6.6. Soal-Soal Latihan

6.6.1. Soal Latihan 1

Sebuah pabrik kimia pertanian sedang melakukan uji coba penggunaan bahan kimia yang menjadi stimulan pertumbuhan tinggi tanaman, data sudah dilakukan perhitungan sebagian seperti pada Tabel 6.6.1.

Tabel 6.6.1 Uji Coba Bahan Kimia Untuk Pertumbuhan Tinggi

Bahan Kimia	Blok Tanaman				Perlakuan	
	I	II	III	IV	Total Yi.	Rataan Yi.
1	1.44	1.73	1.82	1.31	6.3	1.575
2	2.05	1.56	1.65	1.69	6.95	1.7375
3	1.95	2.5	1.83	1.78	8.06	2.015
4	1.88	1.93	1.7	1.59	7.1	1.775
Total Y.j	7.32	7.72	7	6.37	28.41	
Rataan Y.j	1.83	1.93	1.75	1.5925		1.775625

Karena anda telah menyelesaikan bagian dari buku ini, maka anda diminta untuk menyelesaikan analisis data tersebut untuk menemukan jawaban atas:

1. Uji hipotesis apakah perlakuan dan kelompok berpengaruh pada percobaan ini? Bagun model dan hitung sidik ragamnya.
2. Nilai ragam dan R-sq, serta Fhitung?
3. Kelayakan model untuk digunakan sebagai alat penduga?
4. Bagaimana Selang kepercayaan **(CI, Confidence Interval)** pada a=5%?

6.6.2. Soal Latihan 2

Perhatikan data pada Tabel 6.6.2 berikut ini.

Tabel 6.6.2 Data Pupuk dan Palawija

PUPUK	P A L A W I J A			
	I	II	III	IV
A	4.5	6.4	7.2	6.7
B	8.8	7.8	9.6	7
C	5.9	6.8	5.7	5.2

Data tersebut menunjukkan dua faktor yaitu pupuk dengan tiga jenis, dan palawija dengan empat jenis, sehingga 12 data dan diasumsikan tidak terjadi interaksi. Oleh karena itu, anda diminta untuk melakukan:

1. Perhitungan analisis sidik ragam dengan menggunakan rancangan acak kelompok, dimulai dari pembuatan hipotesis, penentuan wilayah kritis, sidik ragam, sampai pada penentuan Ragam dan Selang Kepercayaannya.
2. Gunakan analisis sisaan dengan teknik plotting data untuk meyakinkan bahwa model dapat digunakan sebagai alat penduga.
3. Gunakan Program Minitab Sebagai Alat Bantu perhitungan.
4. Jika anda mengalami kesulitan maka manfaatkan fasilitas Help? di Minitab.

6.6.3. Soal Latihan 3

Perhatikan data pada Tabel 6.6.3a yang menunjukkan hasil gabah pada tujuh perlakuan dengan empat ulangan. Jika anda diminta membuat analisis ulang dari data tersebut menggunakan asumsi bahwa ulangan merupakan kelompok, maka diminta melengkapi sidik ragam pada Tabel Tabel 6.6.3b.

Tabel 6.6.3a Data Perlakuan dan Hasil Gabah (kg/ha)

Perlakuan	Hasil Gabah (Kg/Ha)			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
A	2,537	2,069	2,104	1,797
B	3,366	2,591	2,211	2,544
C	2,536	2,459	2,827	2,385
D	2,387	2,453	1,556	2,116
E	1,997	1,679	1,649	1,859
F	1,796	1,704	1,904	1,320
G	1,401	1,516	1,270	1,077

Tabel 6.6.3b Sidik Ragam Perlakuan DAN Hasil Gabah (Kg/Ha)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung} [b]	F_{tabel}	
					5%	1%
BLOK						
Perlakuan						
Galat						
Total						

6.6.4. Soal Latihan 4

Buat perbandingan hasil perhitungan dengan metode RAK dan RAL untuk data pada Tabel 6.6.3a. Apakah ada beda? Dan sebutkan !

6.6.5. Soal Latihan 5

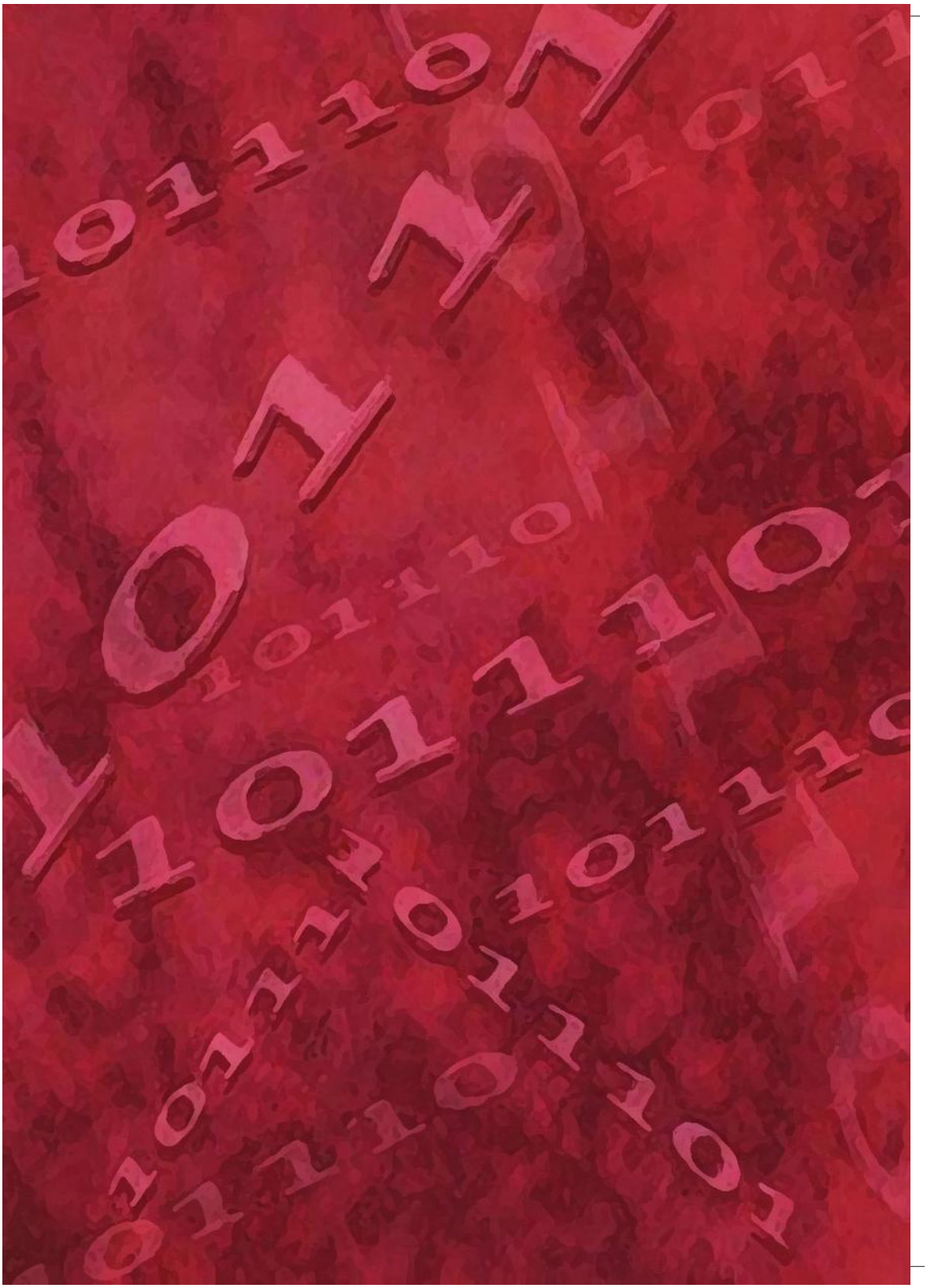
Berdasarkan contoh soal yang dikutip dari Walpole (1983), diperoleh sejumlah data mengenai uji tiga varietas (A,B,C) di empat lokasi. Masing-masing lokasi dilakukan tiga kali pengulangan, kemudian anda diminta melakukan analisis ragam dengan metode RAK untuk data pada Tabel 6.6.5.

Tabel 6.6.5 Data RAK untuk uji varietas di empat lokasi

Lokasi	r	A	B	C
1	1	15	20	22
	2	19	24	17
	3	12	18	14
2	1	17	24	26
	2	10	18	19
	3	13	22	21
3	1	9	12	10
	2	12	15	5
	3	6	10	8
4	1	14	21	19
	2	8	16	15
	3	11	14	12

Tugas anda adalah melakukan:

1. Perhitungan analisis sidik ragam dengan menggunakan rancangan acak kelompok, dimulai dari pembuatan hipotesis pada a=0.05 (95%), penentuan wilayah kritis, sidik ragam, sampai pada penentuan Ragam dan Selang Kepercayaannya.
2. Gunakan analisis sisaan dengan teknik plotting data untuk meyakinkan bahwa model dapat digunakan sebagai alat penduga.
3. Gunakan Program Minitab Sebagai Alat Bantu perhitungan.
4. Jika anda mengalami kesulitan maka manfaatkan fasilitas Help? di Minitab.



BAB-7
RANCANGAN FAKTORIAL

7.1. Target Pembaca

Pada bagian ini, anda yang telah mempelajari dengan baik tentang faktorial diharapkan mampu:

- Mengerti prinsip dasar rancangan faktorial
- Merancang dan melaksanakan percobaan dengan menggunakan pendekatan rancangan faktorial
- Mengerti dan menerjemahkan pengaruh utama dan interaksinya
- Mengerti penggunaan Minitab untuk rancangan faktorial

7.2. Pengertian Rancangan Faktorial

Percobaan faktorial adalah percobaan yang dilaksanakan untuk mengkaji pengaruh interaksi dua atau lebih faktor/peubah selain faktor utamanya.

7.2.1. Persamaan Matematika

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + (tb)_{ij} + e_{ijk}$$

i = 1,2,3,...,a
j =1,2,3,...,b
k=1,2,3,...,k

dimana :

m = Pengaruh rata rata
t_i = Pengaruh level ke i dari faktor A
b_j = Pengaruh level ke j dari faktor B
$(tb)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara faktor A dengan Faktor B
e_{ijk} = Komponen galat acak yang memiliki sebaran normal dengan rataan nol dan ragam s^2

Untuk penataan struktur data di rancangan faktorial dapat disajikan seperti tabel berikut ini, dan dapat digunakan untuk menghitung komponen sidik ragam.

	FAKTOR B									
		1		2		...	b		Total	Rataan
FAKTOR A	1	Y_{111}	Y_{112}	Y_{121}	Y_{122}	...	Y_{1b1}	Y_{1b2}	Y1..	y
	...	Y_{11n}	...	Y_{12n}	...	$Y_{...}$	Y_{1bn}			
	2	Y_{211}	Y_{212}	Y_{221}	Y_{222}	...				
	...	Y_{21n}	...	Y_{22n}	...					
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	a	Y_{a11}	Y_{a12}	Y_{a21}	Y_{a22}	...	Y_{ab1}	Y_{ab2}		
	Y...	Y_{a2n}	...	Y_{a2n}	...	...	Y_{abn}	$Y_{a..}$	$Y_{a..}$	
Total		$Y_{.1.}$	$Y_{.2.}$	...	$Y_{.2.}$					
Rataan		$Y_{.1.}$	$Y_{.2.}$	...	$Y_{.2.}$					

7.2.2. Rumus untuk Analisis Ragam

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
Perlakuan A	JK_A	(a-1)	$KT_A = \frac{JK_A}{(a-1)}$	$\frac{KT_{Baris}}{KT_{Galat}}$
Perlakuan B	JK_B	(b-1)	$KT_B = \frac{JK_B}{(b-1)}$	$\frac{KT_{Kolom}}{KT_{Galat}}$
Interaksi	JK_{AB}	(a-1)(b-1)	$KT_{AB} = \frac{JK_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{KT_{Perlakuan}}{KT_{Galat}}$
Galat	JK_{Galat}	ab(n-1)	$KT_{Galat} = \frac{JK_{Galat}}{ab(n-1)}$	
Total	JK_{Total}	abn -1		

Faktor Koreksi(FK)	$FK = \frac{Y_{...}^2}{abn}$
Jumlah Kuadrat Total(JK_{Total})	$JK_{Total} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n} Y_{ijk}^2 - FK$
Jumlah Kuadrat Faktor A (JK_A)	$JK_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{Y_{i..}^2}{bn} - FK$
Jumlah Kuadrat Faktor B(JK_B)	$JK_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{Y_{.b.}^2}{an} - FK$
Jumlah Kuadrat Interaksi(JK_{AB})	$JK_{AB} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} \frac{Y_{ij.}^2}{n} - FK - JK_A - JK_B$
Jumlah Kuadrat Galat(JK_{Galat})	$JK_{Galat} = JK_{Total} - JK_A - JK_B - JK_{AB}$

7.3. Contoh Soal dan Solusi

7.3.1. Contoh Soal

Sebuah perusahaan cat melakukan penelitian uji coba produk dan metode pengecatan pada sebuah badan pesawat terbang. Ada tiga tipe produk cat (Tipe 1, 2, dan 3) yang sedang dikaji dan dua metode pengecatan yang hendak digunakan yaitu kuas dan semprot. Data percobaan disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

Tabel 7.3.1 Contoh Data Rancangan Faktorial

Tipe Utama	Metode Pengecatan								
	Kuas			Jumlah	Semprot			Jumlah	$Y_{i..}$
1	4.0	4.5	4.3	12.8	5.4	4.9	5.6	15.9	28.7
2	5.6	4.9	5.4	15.9	5.8	6.1	6.3	18.2	34.1
3	3.8	3.7	4.0	11.5	5.5	5.0	5.0	15.5	27.0
Jumlah		40.2				49.6		89.8	

Sumber: Montgomery dan Runger (2003),

Pertanyaan:
Anda ditugaskan melakukan analisis sidik ragam dengan pendekatan faktorial karena terdapat dua faktor yang hendak dikaji yaitu metode pengecatan dan tipe cat.

7.3.2. Solusi Manual

Penyelesaian masalah di tabel uji hipotesis yang hendak dilaksanakan dalam percobaan ini adalah:

Langkah 1. Tetapkan hipotesis yang akan diuji:

- $H'_0: t_1=t_2=t_3=0$
- H'_1: paling tidak ada satu $t_1 \neq 0$
- $H'_0: b_1=b_2=0$
- $H'_1: b_1 \neq b_2$
- $H'_0: (tb)_{11}= (tb)_{12}=...=(tb)_{ij}$
- H'_1: paling tidak ada satu $(tb)_{ij} \neq 0$

Langkah 2. Hitung semua komponen sidik ragam dan dimulai dari Faktor koreksi (FK).

$$FK = \frac{89.8^2}{2x3x3} = 448.00$$

$$JK_{Total} = (4.0)^2+(4.5)^2+...+(5.0)^2 - FK = 10.72$$

$$JK_{Tipe} = \frac{(28.7)^2+(34.1)^2+(27.0)^2}{2*3} - FK = 4.58$$

$$JK_{Metode} = \frac{(40.2)^2+(49.6)^2}{3*3} - FK = 4.91$$

$$K_{Interaksi} = \frac{(12.8)^2+(15.9)^2+(11.5)^2+(15.9)^2+(18.2)^2+(15.5)^2}{3} - FK$$

$$JK_{Galat} = JK_{Total} - JK_{tipe} - JK_{Metode} - K_{interaksi} = 10.72 - 4.58 - 4.91 - 0.24 = 0.99$$

Langkah 3. Susun Sidik Ragam

Tabel 7.3.2 Sidik Ragam Rancangan Faktorial

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	FTabel	
					0.05	0.01
Tipe	4.58	2	2.29	28.63	3.89	6.93
Metode	4.91	1	4.91	61.38	4.75	9.33
Interaksi	0.24	2	0.12	1.50	3.89	6.93
Galat	0.99	12	0.08			
Total	10.72	17				

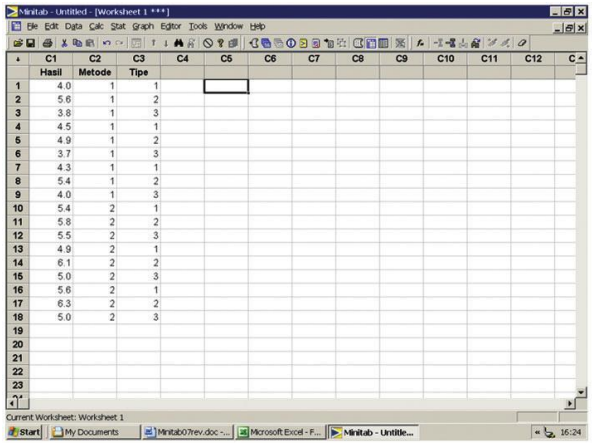
Langkah 4. Ambil kesimpulan dari tabel sidik ragam.
Berdasarkan hasil perhitungan komponen sidik ragam yang menghasilkan nilai Fhitung untuk tipe produk dan metode yang lebih besar daripada nilai Ftabel, maka dapat disimpulkan bahwa hanya tipe produk dan metode yan berbeda nyata sedangkan interaksi dari kedua faktor tersebut tidak berbeda nyata secara statistik.

7.3.3. Solusi Minitab

Penyelesaian masalah di Tabel 7.3.1 dengan menggunakan program Minitab, juga diawali dengan penetapan hipotesis yang akan diuji, kemudian dilanjutkan kegiatan perhitungan lainnya. Selengkapnya langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

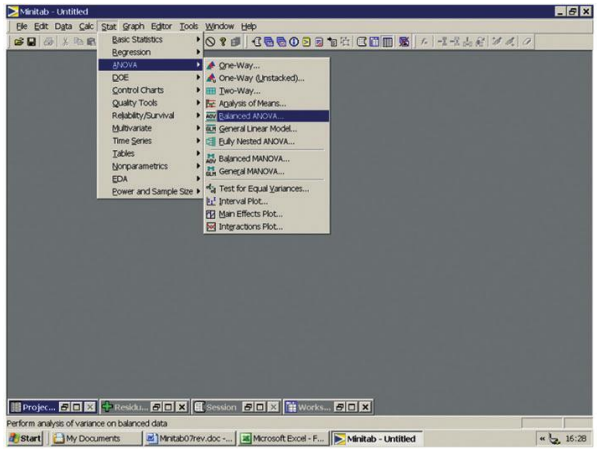
Langkah 1. Penetapan hipotesis yang akan diuji, seperti langkah 1 di bagian 7.3.1, apakah faktor tipe, metode, dan interaksinya memiliki pengaruh pada percobaan ini.

Langkah 2. Pengisian data ke lembar kerja (worksheet) Minitab seperti Gambar berikut ini.

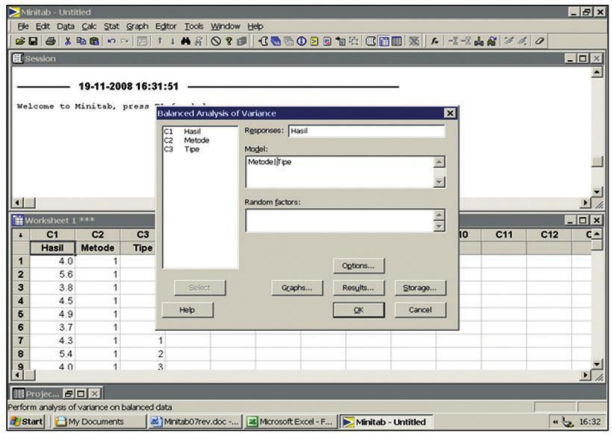


	C1 Hasil	C2 Metode	C3 Tipe
1	4.0	1	1
2	5.6	1	2
3	3.8	1	3
4	4.5	1	1
5	4.9	1	2
6	3.7	1	3
7	4.3	1	1
8	5.4	1	2
9	4.0	1	3
10	5.4	2	1
11	5.8	2	2
12	5.5	2	3
13	4.9	2	1
14	6.1	2	2
15	5.0	2	3
16	5.6	2	1
17	6.3	2	2
18	5.0	2	3
19			
20			
21			
22			
23			

Langkah 3. Proses perhitungan di Minitab dilakukan dengan mengklik Stat ▶ ANOVA ▶ Balanced ANOVA seperti gambar berikut ini, kemudian tunggu tampilan kotak dialog **Balanced Analysis of Variance**.



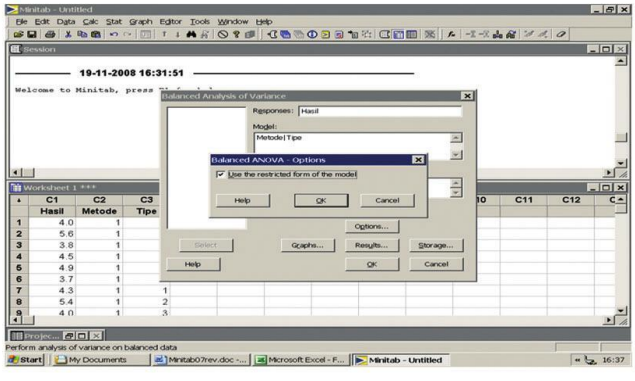
Langkah 4. Pengisian data di kotak dialog. Pada kotak Dialog **Balanced Analysis of Variance** diisi sebagai berikut:



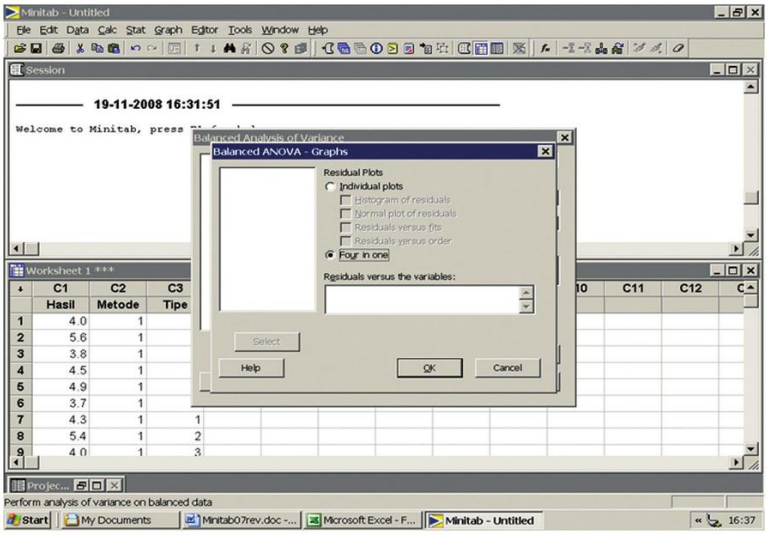
Response : diisi **Hasil**
Model : diisi **Metode|Tipe**
Random factors : dibiarkan kosong !!!

Langkah 5. Kemudian manfaatkan tombol Options, Graphs, Results, dan Storage untuk penataan hasil perhitungan, grafik, dan menyimpannya pada lembaran kerja seperti penjelasan berikut ini:

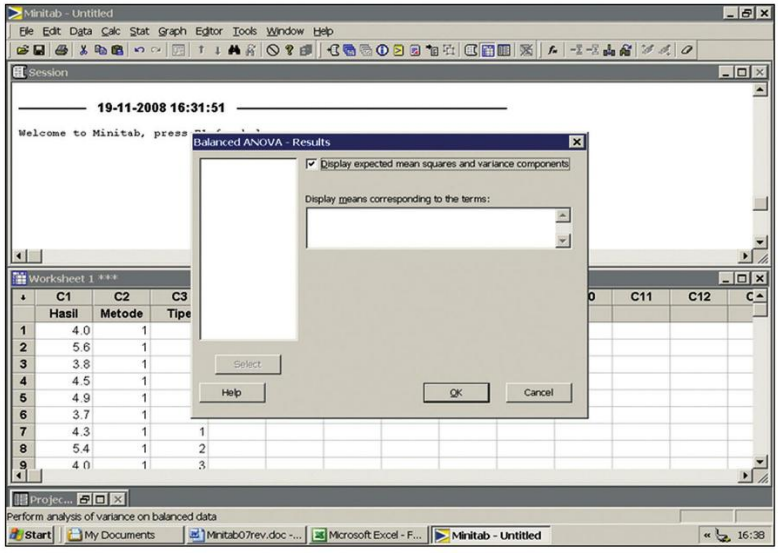
a. Klik tombol **Options** untuk memberikan perintah agar Minitab tetap menggunakan format dari model. Caranya dengan mengklik (memberi) atau memberi tanda ◢ pada kotak dialog **Use the restricted form of the model**, seperti gambar berikut ini.



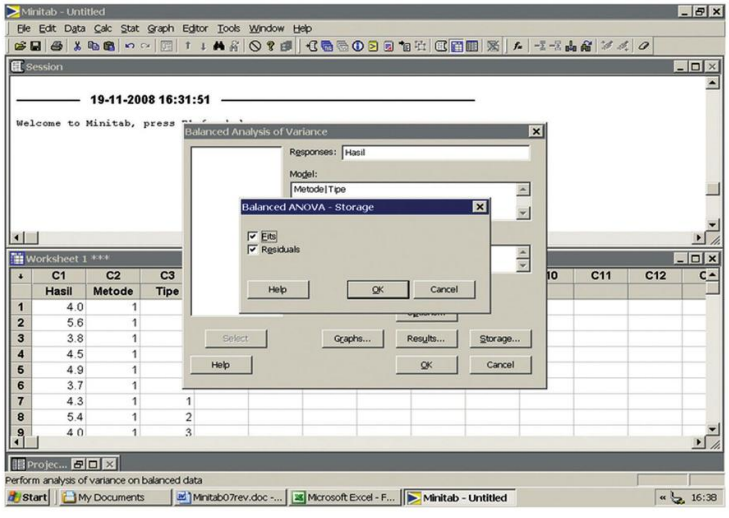
b. Klik tombol Graph untuk menata grafik sisaan dengan memilih **Four in One**.



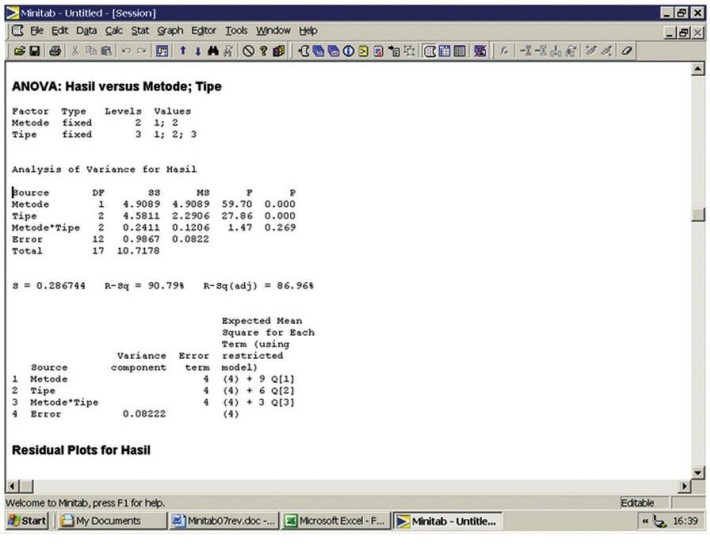
c. Klik tombol Results, di kotak dialog Balanced ANOVA-Results, memberi tanda ◢ pada kotak dialog **Display expected mean squares and variance components** untuk menampilkan harapan dari komponen rataan dan ragam.



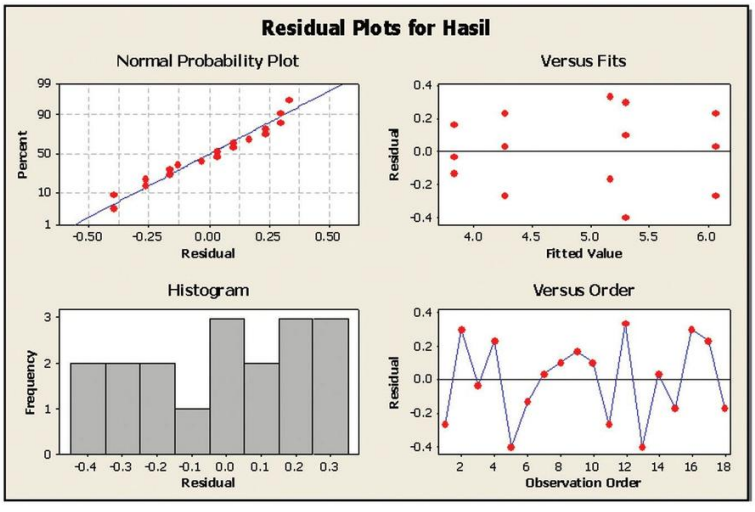
d. Klik tombol Storage, untuk menyimpan hasil perhitungan dari data model atau tersesuaikan (Fits) dan sisaan (Residuals) dalam lembar kerja Minitab.



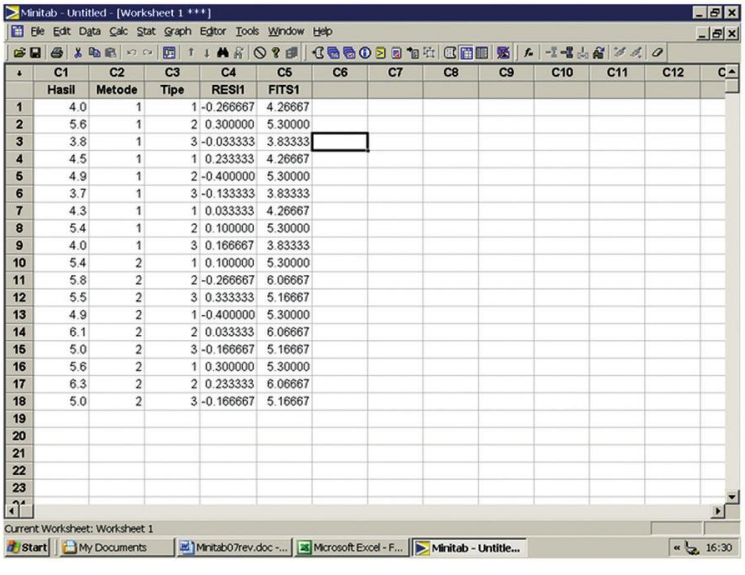
Kemudian klik **OK** pada semua kota dialog sampai tampil hasil perhitungan sepert berikut ini.



Tampilan Plot Sisaan:



Langkah 6. Cek hasil perhitungan Minitab dalam bentuk Sisaan (RESI1) dan data hasil model (FITS) seperti gambar berikut ini.



Minitab - Untitled - [Worksheet 1 ***]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C
	Hasil	Metode	Tipe	RESI1	FITS1								
1	4.0	1	1	-0.266667	4.26667								
2	5.6	1	2	0.300000	5.30000								
3	3.8	1	3	-0.033333	3.83333								
4	4.5	1	1	0.233333	4.26667								
5	4.9	1	2	-0.400000	5.30000								
6	3.7	1	3	-0.133333	3.83333								
7	4.3	1	1	0.033333	4.26667								
8	5.4	1	2	0.100000	5.30000								
9	4.0	1	3	0.166667	3.83333								
10	5.4	2	1	0.100000	5.30000								
11	5.8	2	2	-0.266667	6.06667								
12	5.5	2	3	0.333333	5.16667								
13	4.9	2	1	-0.400000	5.30000								
14	6.1	2	2	0.033333	6.06667								
15	5.0	2	3	-0.166667	5.16667								
16	5.6	2	1	0.300000	5.30000								
17	6.3	2	2	0.233333	6.06667								
18	5.0	2	3	-0.166667	5.16667								
19													
20													
21													
22													
23													

Current Worksheet: Worksheet 1

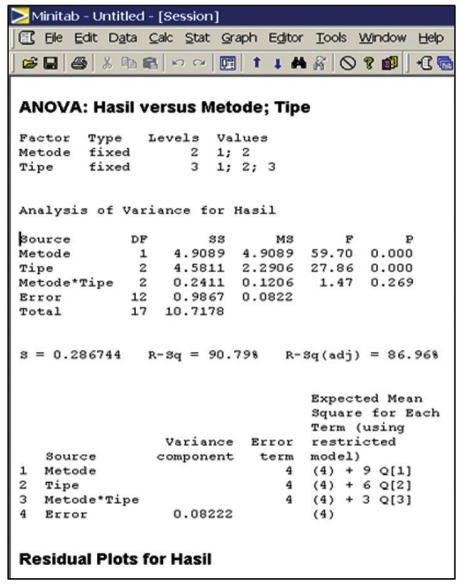
Start | My Documents | Minitab07rev.doc -... | Microsoft Excel - F... | Minitab - Untitle... | 16:30

Langkah 7. Interpretasi Hasil

Hasil perhitungan Minitab yang disajikan pada Gambar di samping ini dapat dibagi menjadi tiga bagian.

1. Penjelasan tentang faktor.
2. Tabel sidik ragam
3. Plot Sisaan

Ketiga bagian tersebut menjadi komponen penting dalam interpretasi hasil.



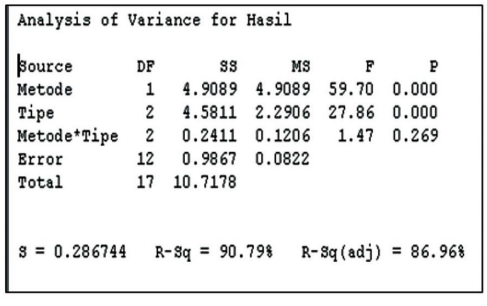
Minitab - Untitled - [Session]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help

ANOVA: Hasil versus Metode; Tipe

```
Factor  Type   Levels  Values
Metode  fixed       2  1; 2
Tipe    fixed       3  1; 2; 3


Analysis of Variance for Hasil

Source        DF       SS       MS      F      P
Metode         1   4.9089   4.9089  59.70  0.000
Tipe           2   4.5811   2.2906  27.86  0.000
Metode*Tipe    2   0.2411   0.1206   1.47  0.269
Error         12   0.9867   0.0822
Total         17  10.7178

S = 0.286744   R-Sq = 90.79%   R-Sq(adj) = 86.96%

                                    Expected Mean
                                    Square for Each
                                    Term (using
                  Variance  Error   restricted
   Source        component   term   model)
1  Metode                       4   (4) + 9 Q[1]
2  Tipe                         4   (4) + 6 Q[2]
3  Metode*Tipe                  4   (4) + 3 Q[3]
4  Error          0.08222           (4)
```

Residual Plots for Hasil



```
Analysis of Variance for Hasil

Source        DF       SS       MS      F      P
Metode         1   4.9089   4.9089  59.70  0.000
Tipe           2   4.5811   2.2906  27.86  0.000
Metode*Tipe    2   0.2411   0.1206   1.47  0.269
Error         12   0.9867   0.0822
Total         17  10.7178

S = 0.286744   R-Sq = 90.79%   R-Sq(adj) = 86.96%
```

1. **Penjelasan Tentang Faktor.**
   Pada cuplikan gambar diatas, Minitab menjelaskan bahwa metode terdiri dari dua level yaitu 1 dan 2, tipe fixed yang artinya pengendali faktor dilaksanakan oleh peneliti. Untuk tipe, terdiri dari tiga level yaitu 1,2, dan 3 dengan kondisi yang terkontrol oleh peneliti.

2. **Tabel Sidik Ragam**
   Pada sidik ragam dapat diperoleh nilai Fhitung untuk metode sebesar 59.70 yang nilainya lebih besar daripada nilai Ftabel $a_{0.05}$ = 4.75 dan a $_{0.05}$ = 9.33, Hal serupa juga terjadi pada Tipe produk teta-pi sebaliknya pada nilai interaksi yang hanya 1.47.

   Perhatikan nilai-P pada tabel sidik ragam untuk masing-masing faktor dan interaksinya karena menjadi penentu bahwa berpengaruhnya faktor pada percobaan ini. Dengan ketetapan awal nilai a = 0.05, maka jika nilai-P lebih besar nilai a maka perlakuan tersebut dapat dinyatakan tidak berbeda nyata. Pada kasus ini, nilai-P untuk INTERAKSi hanya 0.269 dan dapat dikatakan bahwa interaksi kedua faktor tersebut tidak

berpengaruh pada percobaan ini. Indikator lain yang penting adalah nilai s, R-Sq, dan R-Sq(adj) yang menyatakan bahwa:

Nilai s merupakan jarak antara nilai dengan nilai tengah, sehingga diharapkan nilai s yang lebih kecil seperti pada kasus ini maka model matematika yang dibangun akan lebih baik.

Nilai R-sq dan R-Sq(adj) adalah nilai yang memberikan gambaran kemampuan model untuk menjelaskan keragaman data. Dengan nilai R-Sq sebesar 90.79% maka kita dapat mengatakan bahwa model mampu menjelaskan keragaman data sebesar 90.79%. Perbedaan akan sedikit terjadi pada nilai R-Sq(adj) karena indikator tersebut sudah menghilangkan faktor-faktor yang tidak diperlukan dalam pembangunan model namun memiliki fungsi yang sama sebagai pemberi gambaran tentang kemampuan model menjelaskan keragaman data peubah.

3. Plot Sisaan

Normal Probability Plot	Plot Peluang Normal	Menunjukkan jarak antara hasil sisaan dengan model semakin banyak data mendekati garis biru maka model semakin baik.
Histogram	Histogram	Model yang baik akan mengikuti pola simetris seperti bentuk lonceng terbaik.
Residual Versus Fits	Sisaan Vs Sesuai	Plot ini menunjukkan sebaran antara sisaan dengan data dari model (yang sudah disesuaikan) semakin tersebar maka model semakin baik.
Residual Versus Order	Sisaan Vs Urutan	Plot ini menunjukkan bahwa data tidak terpengaruh dengan masalah waktu atau urutan. Model yang baik tidak terpengaruh dengan waktu yang ditunjukkan dengan tidak adanya pola data.

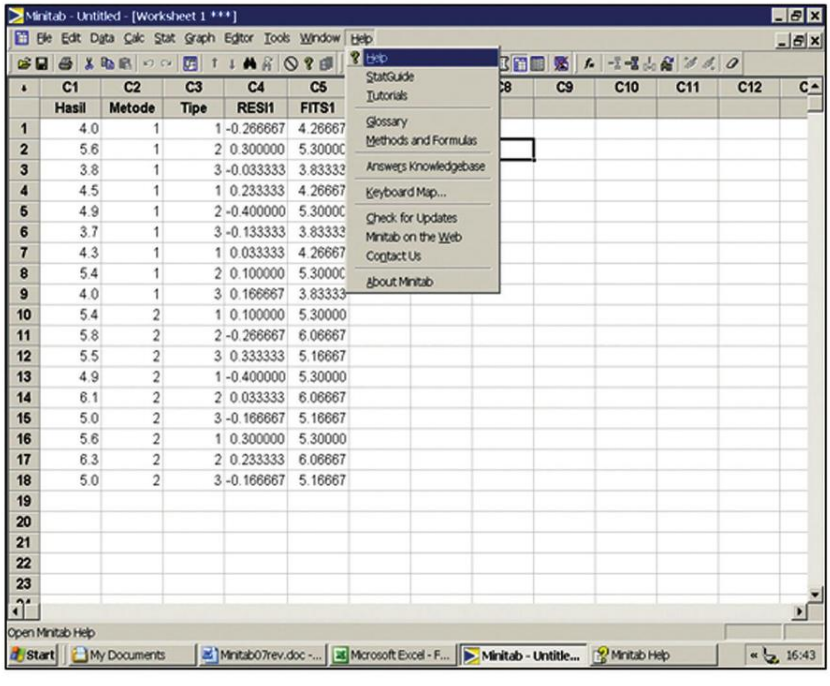
7.4. Pertimbangan Penting

Berdasarkan langkah-langkah perhitungan untuk menyelesaikan permasalahan data Tabel 7.3.1, maka perlu diperhatikan beberapa pertimbangan berikut ini.

a. Teknik Pengisian data ke lembar kerja Minitab sebaiknya memperhatikan teknik pengisian berdasarkan pada urutan hasil menurut kolom lebih dulu, kemudian baris supaya anda dapat melakukan pengecekan data jika terjadi kesalahan hasil perhitungan.
b. Manfaatkan contoh data di Minitab. Anda dapat memanfaatkan contoh data Minitab untuk melakukan latihan-latihan perhitungan. Letak file-file contoh ini di folder :

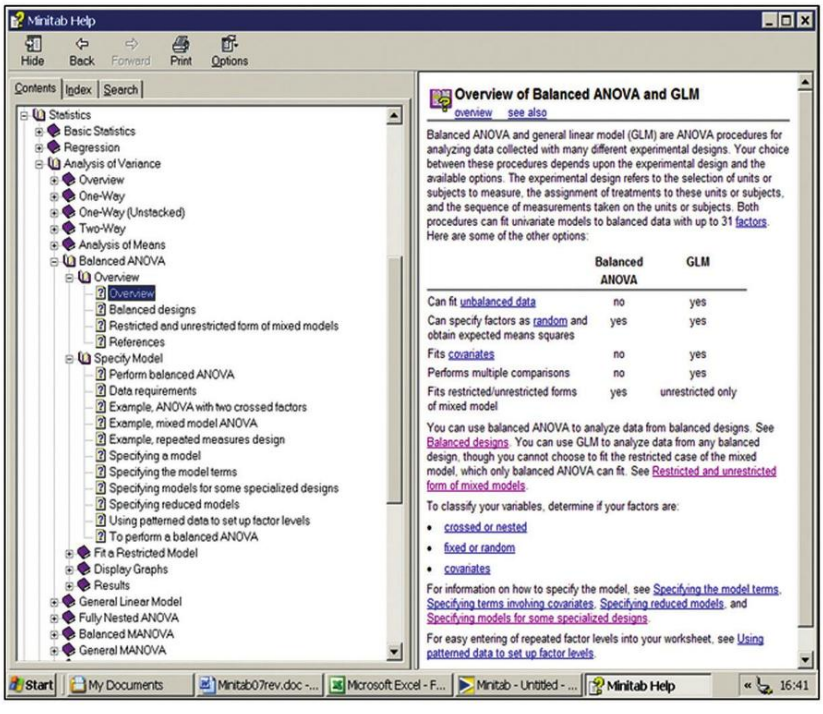
C:\Program Files\Minitab 15\English\Sample Data

c. Dayagunakan Fasilitas Help. Jika anda mengalami kesulitan dalam perhitungan dan penggunaan Minitab dengan cara menekan tombol F1 atau klik menu **Help▶Help** sampai layar **Minitab Help** di program tersebut.



	C1	C2	C3	C4	C5
	Hasil	Metode	Tipe	RESI1	FITS1
1	4.0	1	1	-0.266667	4.26667
2	5.6	1	2	0.300000	5.30000
3	3.8	1	3	-0.033333	3.83333
4	4.5	1	1	0.233333	4.26667
5	4.9	1	2	-0.400000	5.30000
6	3.7	1	3	-0.133333	3.83333
7	4.3	1	1	0.033333	4.26667
8	5.4	1	2	0.100000	5.30000
9	4.0	1	3	0.166667	3.83333
10	5.4	2	1	0.100000	5.30000
11	5.8	2	2	-0.266667	6.06667
12	5.5	2	3	0.333333	5.16667
13	4.9	2	1	-0.400000	5.30000
14	6.1	2	2	0.033333	6.06667
15	5.0	2	3	-0.166667	5.16667
16	5.6	2	1	0.300000	5.30000
17	6.3	2	2	0.233333	6.06667
18	5.0	2	3	-0.166667	5.16667
19					
20					
21					
22					
23					

Klik tanda Gambar buku **Statistics ▶ Analysis of Variance ▶ Balaced ANOVA**, kemudian target **Overview** untuk membaca informasi awal tentang perancangan ini, atau info lain yang terkait dan diperlukan oleh anda.



d. Interpretasi Hasil.
   Hasil perhitungan Minitab untuk rancangan faktorial dan juga umumnya hasil rancangan yang lain, terdiri dari tiga bagian yaitu:
   - Penjelasan tentang faktor yang bertipe tetap (fix) atau random, serta jumlah levelnya.
   - Tabel sidik ragam dengan memberikan hasil Fhitung dan nilai-P untuk memastikan bahwa faktor dan interaksinya memiliki pengaruh pada percobaan. Perhatikan juga nilai s, R-Sq, dan R-Sq(adj).
   - Plot Sisaan

Ketiga bagian tersebut menjadi komponen penting dalam interpretasi hasil.

7.5. Soal-Soal Latihan

7.5.1. Soal Pertama

Sebuah penelitian ditarget mengaki pengaruh tiga tingkat keasaman (Sarbic acid) dan enam kondisi ketersediaan air (Aw) pada daya hidup *Salmonella typhimurium* pada tiga blok percobaan. Data lengkap disajikan dalam tabel berikut ini:

Sarbic acid	Aw	Blok			Total
		I	II	III	
0 ppm	0.98	8.19	8.37	8.33	**24.89**
	0.94	6.65	6.7	6.25	**19.60**
	0.90	5.87	5.98	6.14	**17.99**
	0.86	5.06	5.35	5.01	**15.42**
	0.82	4.85	4.31	4.52	**13.68**
	0.78	4.31	4.34	4.2	**12.85**
100 ppm	0.98	7.64	7.79	7.59	**23.02**
	0.94	6.52	6.19	6.51	**19.22**
	0.90	5.01	5.28	5.78	**16.07**
	0.86	4.85	4.95	4.29	**14.09**
	0.82	4.29	4.43	4.18	**12.90**
	0.78	4.13	4.39	4.18	**12.70**
200 pm	0.98	7.14	6.92	7.19	**21.25**
	0.94	6.33	6.18	6.43	**18.94**
	0.90	5.2	5.1	5.43	**15.73**
	0.86	4.41	4.4	4.79	**13.60**
	0.82	4.26	4.27	4.37	**12.90**
	0.78	3.93	4.12	4.15	**12.20**
	Total	**98.64**	**99.07**	**99.34**	**297.05**

Sumber: Mead et al., (1993).

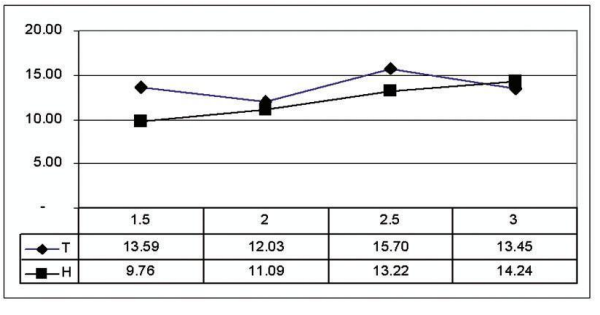
Sarbic acid (Sa) Total	Ketersediaan air (Aw)						Total
	0.98	0.94	0.90	0.86	0.82	0.78	
0 ppm	24.89	19.60	17.99	15.42	13.68	12.85	104.43
100 pm	23.02	19.22	16.07	14.09	12.90	12.70	98.00
200 pm	21.25	18.94	15.73	13.60	12.90	12.20	94.62
Aw	69.16	57.76	49.79	43.11	39.48	37.75	297.05

Sumber: Mead et al., (1993)

1. Nyatakan bentuk hipotesis dan ujinya pada a=0.05 dan a=0.05, serta ambil kesimpulan dari data tersebut.
2. Gunakan indikator s, R^2, dan R^2 (adj).
3. Apakah penelitian ini mampu mengungkap pengaruh interaksi dari ketiga faktor tersebut?
4. Penjelasan tentang faktor, Tabel sidik ragam, dan Plot Sisaan dari tampilan hasil perhitungan Minitab.

7.5.2 Soal Kedua

Persediaan	Jumlah Benih	Tipe Tanah		
		I	II	III
Hibrida	1.5	4.20	4.94	4.45
	2.0	4.36	3.50	4.17
	2.5	5.40	4.55	5.75
	3.0	5.15	4.40	3.90
Komposit	1.5	2.82	3.14	3.80
	2.0	3.74	4.43	2.92
	2.5	4.82	3.90	4.50
	3.0	4.57	5.32	4.35
	Total	35.06	34.18	33.84



Sebuah data hipotetik dibuat dengan menggunakan pendekatan rancangan faktorial tentang penggunaan jumlah benih pada tiga blok yang menggunakan tipe tanah sebagai pembeda, kemudian dibedakan lagi menjadi hibrida (H) dan komposit (T). Tampilan data disajikan sebagai berikut:

Pertanyaan:
1. Nyatakan bentuk hipotesis dan ujinya pada a=0.05 dan a=0.05, serta ambil kesimpulan dari data tersebut.
2. Gunakan indikator s dan R^2.
3. Analisa sisaan dari percobaan tersebut.
4. Apakah penelitian ini mampu mengungkap pengaruh interaksi dari ketiga faktor tersebut?

7.5.3. Soal Ketiga

Seorang peneliti melakukan percobaan penggunaan 5 taraf dosis pupuk dengan empat ulangan, dan hasilnya disajikan dalam bentuk tabel data seperti berikut ini.

Varietas Padi	Dosis N	Ulangan			
		I	II	III	IV
V1	N0	3.852	2.606	3.144	2.894
	N1	4.788	4.936	4.562	4.608
	N2	4.576	4.454	4.884	3.924
	N3	6.034	5.276	5.906	5.652
	N4	5.874	5.916	5.984	5.518
V2	N0	2.846	3.794	4.108	3.444
	N1	4.956	5.128	4.150	4.990
	N2	5.928	5.698	5.810	4.308
	N3	5.664	5.362	6.458	5.474
	N4	5.458	5.546	5.786	5.932
V3	N0	4.192	3.754	3.738	3.428
	N1	5.250	4.582	4.896	4.286
	N2	5.822	4.848	5.678	4.932
	N3	5.888	5.524	6.042	4.756
	N4	5.864	6.264	6.056	5.362

Sumber: Gomez dan Gomez (2007)

Pertanyaan:
1. Nyatakan bentuk hipotesis dan ujinya pada a=0.05, serta ambil kesimpulan dari data tersebut.
2. Gunakan indikator s dan R^2.
3. Analisa sisaan dari percobaan tersebut.

7.5.4. Soal Keempat

Penelitian ini mencoba mendayagunakan dua sistem bajak pada satu tipe tanah dan menggunakan tiga varietas padi. Apakah dua faktor ini dan interaksinya memberikan pengaruh, menjadi hipotesis yang anda akan diuji dengan pendekatan rancangan faktorial.

Varietas	Metode					
	Bajak			Handtraktor		
1	6.0	6.5	6.4	8.3	8.9	8.6
2	5.6	5.9	5.4	7.4	7.1	7.3
3	5.4	5.9	5.0	6.8	7.0	6.9

Pertanyaan:

1. Nyatakan bentuk hipotesis dan ujinya pada a=0.05, serta ambil kesimpulan dari data tersebut.
2. Analisa sisaan dari percobaan tersebut.

7.5.5. Soal Kelima

Sebuah artikel di jurnal "**Industrial Quality Control**" tahun 1956 yang dikutip oleh Montgomery dan Runger (2003), menjelaskan upaya untuk mengetahui efek dua faktor (gelas dan fosfor) pada kecerahan tabung gelas. Peubah respon diukur dalam satuan microamps untuk mendapatkan tingkat kecerahan televisi. Data disajikan dalam tabel berikut ini.

Tipe Gelas	Tipe Fosfor		
	1	2	3
I	280	300	290
	290	310	285
	285	295	290
II	230	260	220
	235	240	225
	240	235	230

Pertanyaan:

1. Nyatakan bentuk hipotesis dan ujinya pada a=0.05, serta ambil kesimpulan dari data tersebut.
2. Analisa sisaan dari percobaan tersebut.

BAB-8
RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN

8.1. Target Pembaca

Setelah membaca buku ini dengan seksama, maka anda diharapkan mampu:

- Mengerti prinsip dasar Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) atau Latin Square Design.
- Mengerti penggunaan RBSL
- Memahami perhitungan manual untuk RBSL
- Menguasai penggunaan program Minitab untuk perhitungan RBSL dan analisis sidik ragamnya.

8.2. Pengertian Rancangan Bujur Sangkar Latin

8.2.1. Pengertian

Gambar 8.1 Pola data RBSL 6 x 6

	KOLOM						
	6 kolom 6 baris	I	II	III	IV	V	VI
BARIS	1	F	D	A	B	E	C
	2	E	B	C	F	D	A
	3	D	E	F	C	A	B
	4	C	A	B	D	F	E
	5	B	F	E	A	C	D
	6	A	C	D	E	B	F

Rancangan Bujur Sangkar Latin dicirikan karena jumlah unit percobaannya sama dengan jumlah perlakuannya. Atau sederhananya, jumlah baris sama dengan kolom, serta jumlah perlakuannya sehingga jika ditata maka tampak seperti bujur sangkar seperti Gambar 13.1 berikut ini.

Tampak pada Gambar 13.1 pola data yang disajikan berjumlah 6 baris dan 6 kolom dan setiap unit/petak percobaan hanya satu unit perlakuan yang diberi simbol huruf A, B, C, D, E, F. Uniknya setiap perlakuan diulang

sebanyak 6 kali. Penempatan perlakuan tersebut dilakukan menggunakan prinsip pengacakan. Anda dapat mempelajari lebih mendalam teknik pengacakan melalui buku berjudul "Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian" karya Gomez dan Gomez (2007) terjemahan Endang Syamsuddin dan Justika S. Baharsyah. Pola data untuk RBSL yang berukuran lain (diatas 3x3) akan dapat dicirikan sama dengan RBSL berukuran 6x6 tersebut.

Untuk menghitung perlakuan maka anda perlu menghitung jumlah seluruh nilai pada simbol yang sama dalam RBSL. Misalkan, perlakuan A dapat diperoleh dengan cara menghitung keenam nilainya yang berada di setiap kolom dan barisnya:

$$\text{å}A_i(b,k) = A_1(6,1)+A_2(4,2)+A_3(1,3)+A_4(5,4)+A_5(3,5)+A_6(2,6)$$

Dimana simbol i adalah perlakuan ke i sedangkan posisi dari perlakuan diberi tanda b untuk baris, dan k untuk kolom.

8.2.2. Persamaan Matematika

$$Y_{ij} = m + r_i + c_j + t_{k(ij)} + e_{ij}$$

Dimana m = rataan umum; r_i=pengaruh baris ke i; c_j=pengaruh kolom ke i; $t_{k(ij)}$=perlakuan yang terjadi pada baris ke i dan kolom ke j yang dinyatakan dalam rancangan bujur sangkar latin.

8.2.3. Rumus Untuk Analisis Ragam

Untuk menguji hipotesis diterima atau ditolak Ho:r_i= 0 atau Ho:k_j= 0 atau Ho:$t_{k(ij)}$= 0 maka dilakukan uji hipotesis dengan menghitung semua komponen perhitungan sidik ragam seperti pada Tabel 8.1, sedangkan pada Tabel 8.2 disajikan rumus perhitungan komponen sidik ragam RBSL.

Tabel 8.1 Sidik Ragam Rancangan Bujur Sangkar Latin

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
Baris	JK_{Baris}	(b-1)	$KT_{Baris} = \frac{JK_{Baris}}{(b-1)}$	$\frac{KT_{Baris}}{KT_{Galat}}$
Kolom	JK_{Kolom}	(k-1)	$KT_{Kolom} = \frac{JK_{Kolom}}{(k-1)}$	$\frac{KT_{Kolom}}{KT_{Galat}}$
Perlakuan	$JK_{Perlakuan}$	(p-1)	$KT_{Perlakuan} = \frac{JK_{Perlakuan}}{(p-1)}$	$\frac{KT_{Perlakuan}}{KT_{Galat}}$
Galat	JK_{Galat}	(b-1)(k-2)	$KT_{Galat} = \frac{JK_{Galat}}{(b-1)(k-2)}$	
Total	JK_{Total}	bk-1		

Tabel 8.2 Rumus Perhitungan Komponen Sidik Ragam

NO	NAMA PERSAMAAN	RUMUS PERHITUNGAN
1	Faktor Koreksi (FK)	$FK = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_{...}^2}{bk}$
2	JK Baris	$JK_{Baris} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_{i..}^2}{c} - FK$
3	JK Kolom	$JK_{Kolom} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_{.j.}^2}{r} - FK$
4	JK Perlakuan	$JK_{Perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_{..k}^2}{r} - FK$
5	JK Galat	$JK_{Total} - JK_{Baris} - JK_{Kolom} - JK_{Perlakuan} - FK$
6	JK Total	$JK_{Total} = \sum_{i=1}^{n} Y_{ijk}^2 - FK$

8.3. Contoh Soal dan Solusi

8.3.1. Contoh Soal

Sebuah institusi penelitian bidang pertanian melakukan percobaan penggunaan lima jenis pupuk dengan pembanding tanpa penggunaan pupuk pada lahan pertanaman sugar beet yang hasilnya disajikan pada

Tabel 13.3.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Bujur Sangkar Latin sehingga jumlah kolom sama dengan jumlah baris dan jumlah perlakuan dengan simbol A, B, C, D, E, F. Data yang tersaji pada tabel etrsebut memiliki satuan ton/ha dan setiap unit perlakuan pada satu unit percobaan hanya memiliki satu kali penempatan yang diatur secara acak.

Tabel 8.3. Contoh Data Untuk Rancangan Bujur Sangkar Latin

		KOLOM					
		I	II	III	IV	V	VI
BARIS	I	F 28.20	D 29.10	A 32.10	B 33.10	E 31.10	C 32.40
	II	E 31.00	B 29.50	C 29.40	F 24.80	D 33.00	A 30.60
	III	D 30.60	E 28.80	F 21.70	C 30.80	A 31.90	B 30.10
	IV	C 33.10	A 30.40	B 28.80	D 31.40	F 26.70	E 31.90
	V	B 29.90	F 25.80	E 30.30	A 30.30	C 33.50	D 32.30
	VI	A 30.80	C 29.70	D 27.40	E 29.10	B 30.70	F 21.40

Sumber: Data diolah dari Little dan Hills (1878).

Simbol	A (1)	B (2)	C(3)	D(4)	E(5)	F(6)
Jenis Pupuk	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$CO(NH_2)_2$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	Tanpa N

Pertanyaan yang diajukan untuk data tersebut adalah:
1. Apakah ada pengaruh dari baris, kolom, dan perlakuan dari percobaan tersebut?
2. Buat sidik ragam dan ambil kesimpulan dari perhitungan tersebut.
3. Lakukan perhitungan secara manual dan juga gunakan program Minitab.
4. Berikan pendapat tentang penggunaan Minitab.

8.3.2. Solusi Manual

Pada perhitungan manual, data Tabel 13.1 dapat digunakan untuk menghitung semua komponen sidik ragam dengan cara sebagai berikut:
Langkah 1. Hitung nilai total dari nilai yang ada pada setiap baris, kolom, dan perlakuan seperti yang disajikan pada Tabel 13.4a dan Tabel 13.4b .

Tabel 8.4 Pengolahan Data Bujur Sangkar Latin

		KOLOM						
		I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
BARIS	1	F 28.20 E	D 29.10 B	A 32.10 C	B 33.10 F	E 31.10 D	C 32.40 A	186.00
	2	31.00 D	29.50 E	29.40 F	24.80 C	33.00 A	30.60 B	178.30
	3	30.60 C	28.80 A	21.70 B	30.80 D	31.90 F	30.10 E	173.90
	4	33.10 B	30.40 F	28.80 E	31.40 A	26.70 C	31.90 D	182.30
	5	29.90 A	25.80 C	30.30 D	30.30 E	33.50 B	32.30 F	182.10
	6	30.80	29.70	27.40	29.10	30.70	21.40	169.10
	Total	183.60	173.30	169.70	179.50	186.90	178.70	1 071.70

Tabel 8.4b. Data total perlakuan

	A (1) $(NH_4)_2SO_4$	B (2) NH_4NO_3	C(3) $CO(NH_2)_2$	D(4) $Ca(NO_3)_2$	E(5) $NaNO_3$	F(6) Tanpa N
Total (Y..k)	186.10	182.10	188.90	83.80	182.20	148.60
Rataan (Y..k)	31.02	30.35	31.48	30.63	30.37	24.77

Langkah 2. Hitung nilai Faktor Koreksi dengan cara :

Faktor Koreksi (FK) : $= \frac{(1,071.70)^2}{36} = 31,903.91$

Langkah 3. Perhitungan-Perhitungan lanjutan dilakuan dengan cara :

Jumlah Kuadrat Baris : $JK_{Baris} = \frac{\sum Y_{i..}^2}{k} - FK = \frac{186.0^2 + ... + 169.1^2}{6} - 31,903.91 = 32.19$

Jumlah Kuadrat Kolom : $JK_{Kolom} = \frac{\sum Y_{.j.}^2}{b} - FK = \frac{183.6^2 + ... + 178.8^2}{6} - 31,903.91 = 33.67$

Jumlah Kuadrat Perlakuan :

$$JK_{Perlakuan} = \frac{\sum Y_{..k}^2}{k} - FK = \frac{186.3^2 + ... + 148.6^2}{6} - 31,903.91 = 185.77$$

Jumlah Kuadrat Total

$$JK_{Total} = \sum Y_{ijk}^2 - FK = 28.2^2 + 32.1^2 + ... + 19.1^2 - 31,903.91$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$JK_{Galat} = JK_{Total} - JK_{Baris} - KJ_{Kolom} - JK_{Perlakuan}$$

$$JK_{Galat} = 281.88 - 32.19 - 33.67 - 185.77 = 30.25$$

Langkah 4. Susun Tabel Sidik Ragam
Hasil akhir dilanjutkan seperti pada Tabel 13.5 dilanjutkan dengan menggunakan masing-masing derajat bebasnya.

Tabel 8.5 Sidik Ragam Data Bujur sangkar latin

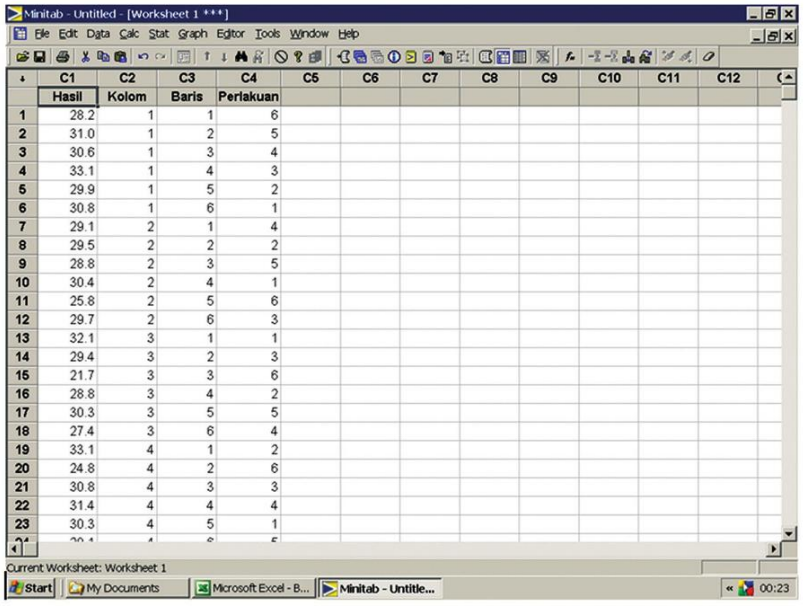
Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F hitung	F tabel	
					0.05	0.01
Baris	32.19	5	6.44	4.26		
Kolom	33.67	5	6.73	4.45	2.71	4.1
Perlakuan	185.76	5	37.15	24.56		
Galat	30.26	20	1.51			
Total	281.88	35				

Langkah 5. Ambil Kesimpulan
Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Tabel 13.5 nampak bahwa nilai Fhitung untuk semua komponen lebih besar dari Ftabel, terutama pada perlakuan sehingga dapat berkesimpulan bahwa percobaan ini berhasil meyakinkan perlakuan pemupukan berpengaruh sangat nyata pada hasil sugar beet.

8.3.3. Solusi Minitab

Penyelesaian masalah di Tabel 13.3 dapat diselesaikan dengan menggunakan program Minitab dengan mengawalinya melalui pengisian data ke lembaran kerja (worksheet), kemudian langkah selanjutnya. Tahapan penyelesaian sebagai berikut:

Langkah 1. Pengisian data ke lembaran kerja dikerjakan dengan memperhatikan Hasil, Kolom, Baris, dan Perlakuan seperti Gambar Berikut ini.



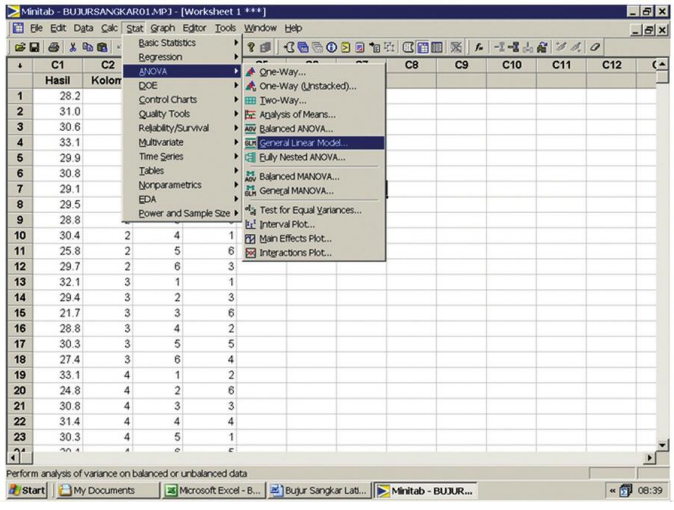
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Hasil	Kolom	Baris	Perlakuan								
1	28.2	1	1	6								
2	31.0	1	2	5								
3	30.6	1	3	4								
4	33.1	1	4	3								
5	29.9	1	5	2								
6	30.8	1	6	1								
7	29.1	2	1	4								
8	29.5	2	2	2								
9	28.8	2	3	5								
10	30.4	2	4	1								
11	25.8	2	5	6								
12	29.7	2	6	3								
13	32.1	3	1	1								
14	29.4	3	2	3								
15	21.7	3	3	6								
16	28.8	3	4	2								
17	30.3	3	5	5								
18	27.4	3	6	4								
19	33.1	4	1	2								
20	24.8	4	2	6								
21	30.8	4	3	3								
22	31.4	4	4	4								
23	30.3	4	5	1								

Catatan: Untuk perlakuan dilakukan pemberian kode sebagai berikut:

A (1)	B (2)	C(3)	D(4)	E(5)	F(6)

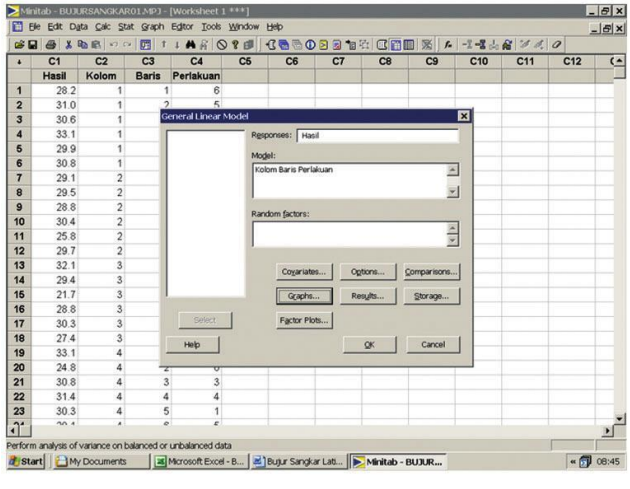
Merupakan kode nomor perlakuan yang diberikan sebagai tanda untuk mewakili simbol huruf A, B, C, D, E, dan F, kemudian ditempatkan pada kolom C4 di program Minitab. Sehingga pada kolom C4 huruf A diganti dengan angka 1, B dengan angka 2 demikian seterusnya untuk F yang diganti dengan angka 6.

Langkah 2. Pengolahan dengan Minitab
Klik Menu **Stat ▶ANOVA ▶General Linier Model** sampai tampil kotak dialog **General Linier Model** seperti tampak pada gambar berikut ini.

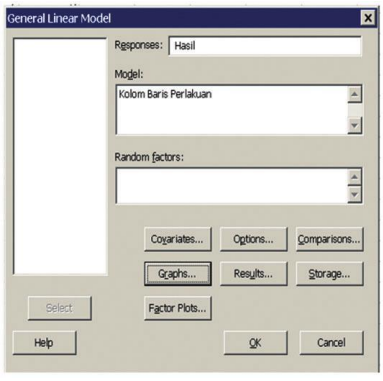


Langkah 3. Untuk Perhitungan **bujur sangkar latin**, gunakan kotak dialog **General Linier Model** dengan pengisian data pada kolom:

Response: diisi **Hasil** dan **Model**: diisi **Kolom Baris Perlakuan,** Untuk sementara waktu kolom **Random Factor** tidak perlu diisi, kemudian dilanjutkan dengan pemanfaatan tombol Covariates, Options, Comparisons, Graph, Results, Storage, dan Factor Plots. Pengisian data di kotak dialog seperti gambar berikut ini.



Langkah 4. Manfaatkan tombol-tombol berikut ini untuk:

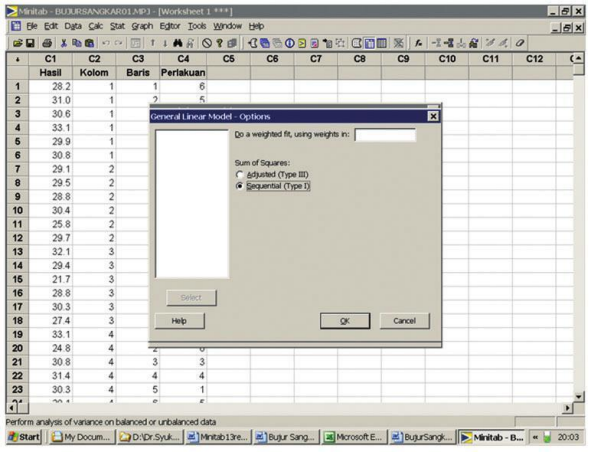


Covariates	Untuk Pengendalian galat Ragam
Options	Untuk menentukan penggunaan Tipe I atau Tipe III
Comparisons	Untuk membuat uji perbandingan
Graph	Menata grafik yang ingin ditampilkan
Results	Menata hasil perhitungan
Storage	Menata komponen yang akan disimpan dalam worksheet Minitab
Factor Plot	Menentukan plot pengaruh utama dan pengaruh interaksi

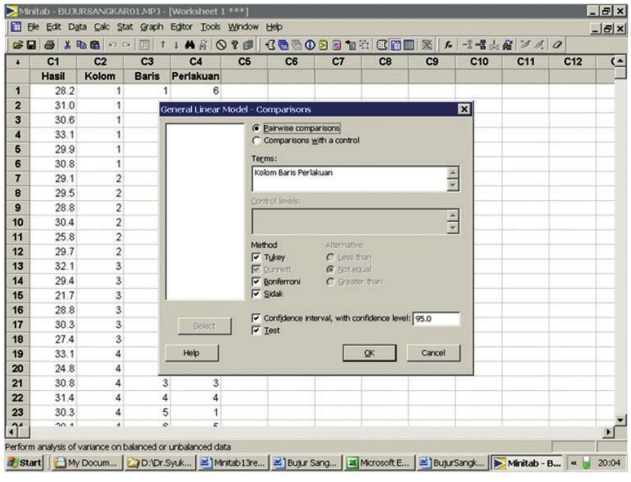
Catatan: Untuk masalah ini, sementara waktu kolom *Covariates* dan *Factor Plot* dimanfaatkan.

Langkah 5. Menentukan pilihan proses perhitungan. Pada kotak Dialog Option : Pilih Sequential (Tipe I) untuk perhitungan Jumlah Kuadrat.

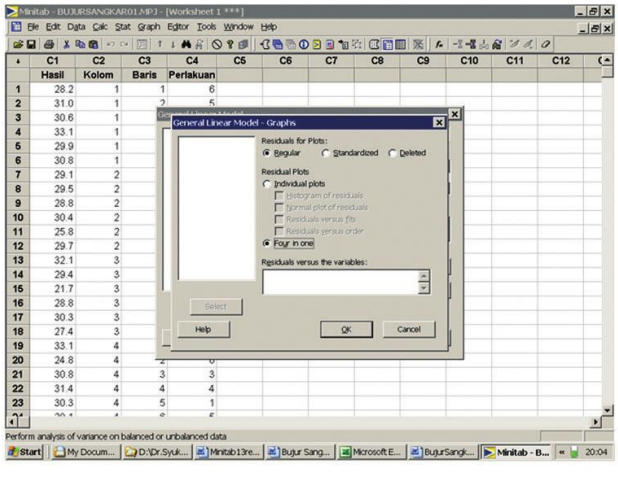
Options



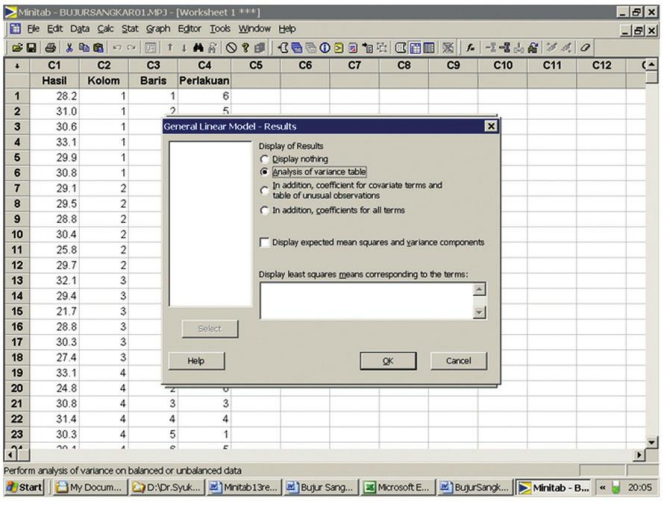
Langkah 6. Membuat perbandingan maka dipilih **Pairwise comparison** dengan metode Tukey, Bonferroni, dan Sidak dengan selang kepercayaan 95%, dan diuji (beri tanda ✔) pada kolom **Test**. Hasilnya disajikan seperti pada Gambar berikut ini.



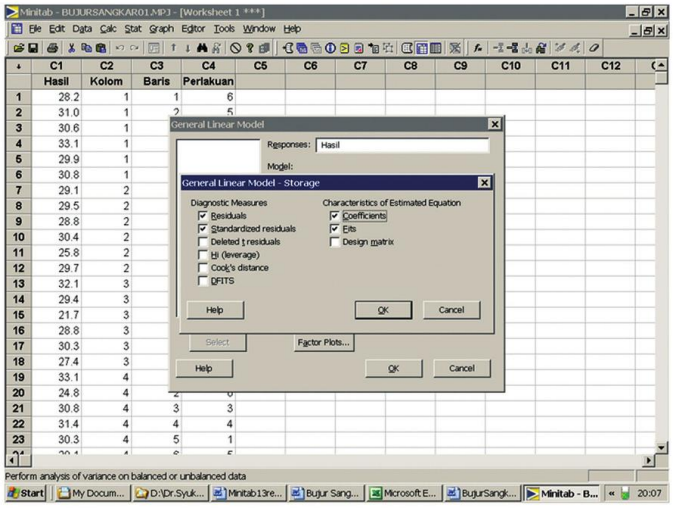
Langkah 7. Penataan grafik dilakukan dengan mengklik tombol Graph pada kotak dialog **General Linier Model-Graph** dengan memilih **Reguler** untuk **Residuals for Plot** dan **Four in one** untuk Residual plots seperti gambar berikut ini.



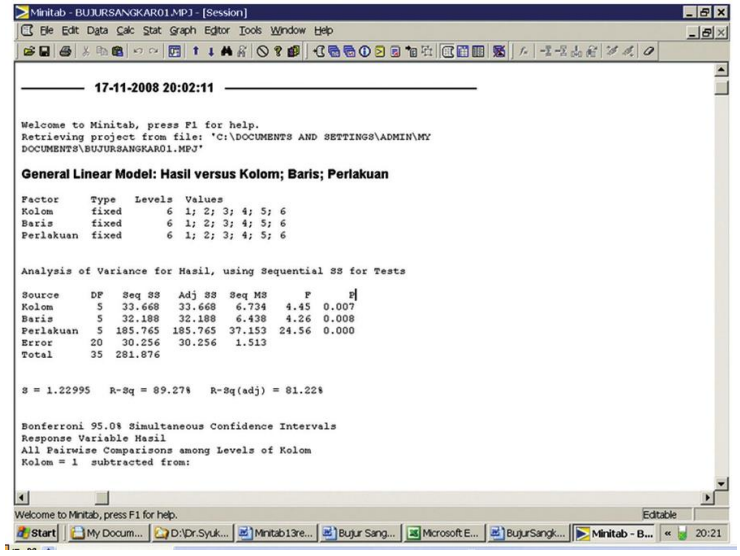
Langkah 8. Tampilkan hasil perhitungan di kotak dialog General Linier Model-Result, maka pilih **Analysis of Variance Table**, dengan hasil seperi gambar berikut ini.



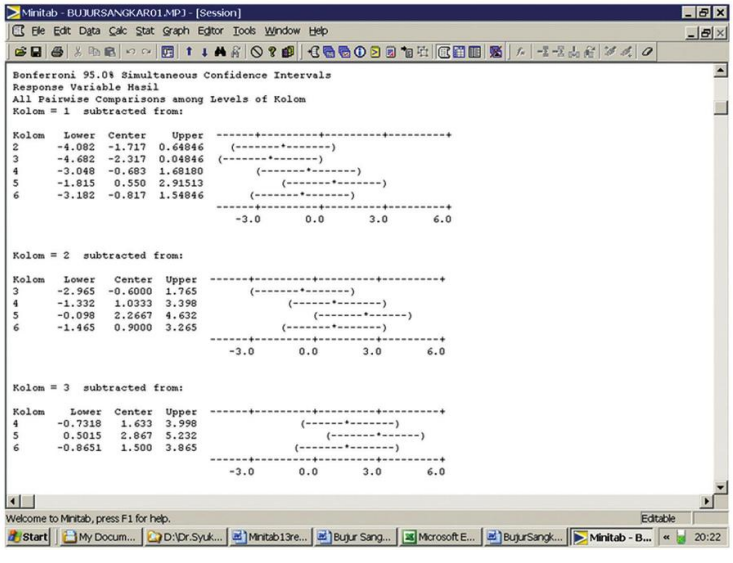
Langkah 9. Penyimpanan data perhitungan diberi dengan memberikan tanda ✔ pada kotak dialog **General Linier Model-Storage** seperti Gambar berikut ini.



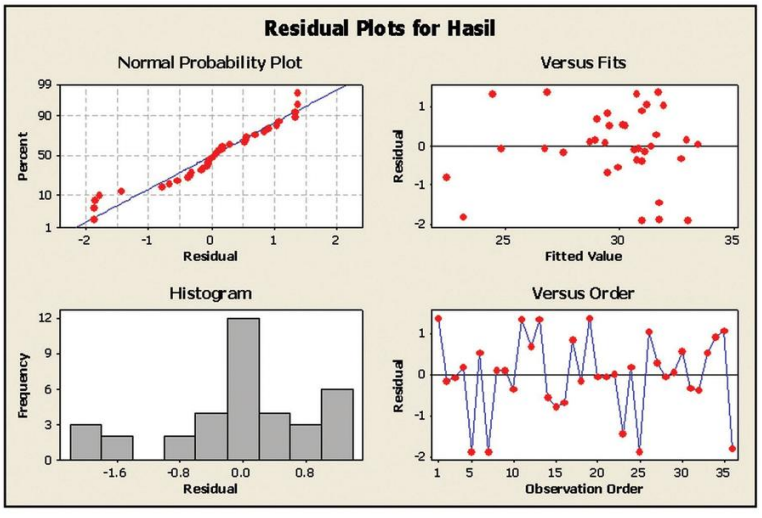
Kemudian klik tombol **OK** untuk setiap kotak dialog, sampai memunculkan hasil perhitungan seperti gambar berikut ini.



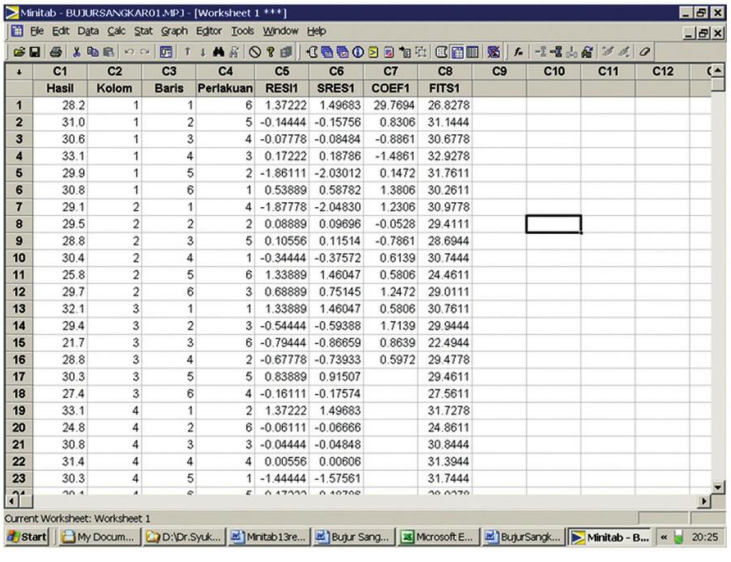
Dan uji hasil uji perbandingan seperti gambar berikut ini:



Plot sisaan yang tersaji dalam empat gambar disajikan berikut ini:



Bentuk kolom data dalam worksheet disajikan seperti berikut gambar ini:



Minitab - BUJURSANGKAR01.MPJ - [Worksheet 1 ***]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Hasil	Kolom	Baris	Perlakuan	RESI1	SRES1	COEF1	FITS1				
1	28.2	1	1	6	1.37222	1.49683	29.7694	26.8278				
2	31.0	1	2	5	-0.14444	-0.15756	0.8306	31.1444				
3	30.6	1	3	4	-0.07778	-0.08484	-0.8861	30.6778				
4	33.1	1	4	3	0.17222	0.18786	-1.4861	32.9278				
5	29.9	1	5	2	-1.86111	-2.03012	0.1472	31.7611				
6	30.8	1	6	1	0.53889	0.58782	1.3806	30.2611				
7	29.1	2	1	4	-1.87778	-2.04830	1.2306	30.9778				
8	29.5	2	2	2	0.08889	0.09696	-0.0528	29.4111				
9	28.8	2	3	5	0.10556	0.11514	-0.7861	28.6944				
10	30.4	2	4	1	-0.34444	-0.37572	0.6139	30.7444				
11	25.8	2	5	6	1.33889	1.46047	0.5806	24.4611				
12	29.7	2	6	3	0.68889	0.75145	1.2472	29.0111				
13	32.1	3	1	1	1.33889	1.46047	0.5806	30.7611				
14	29.4	3	2	3	-0.54444	-0.59388	1.7139	29.9444				
15	21.7	3	3	6	-0.79444	-0.86659	0.8639	22.4944				
16	28.8	3	4	2	-0.67778	-0.73933	0.5972	29.4778				
17	30.3	3	5	5	0.83889	0.91507		29.4611				
18	27.4	3	6	4	-0.16111	-0.17574		27.5611				
19	33.1	4	1	2	1.37222	1.49683		31.7278				
20	24.8	4	2	6	-0.06111	-0.06666		24.8611				
21	30.8	4	3	3	-0.04444	-0.04848		30.8444				
22	31.4	4	4	4	0.00556	0.00606		31.3944				
23	30.3	4	5	1	-1.44444	-1.57561		31.7444				

Current Worksheet: Worksheet 1

Start | My Docum... | D:\Dr.Syuk... | Minitab13re... | Bujur Sang... | Microsoft E... | BujurSangk... | Minitab - B... | 20:25

Catatan: Berikut ini adalah Data lengkap hasil perhitungan yang langsung dapat dilihat di Jendela Session program Minitab.

```
————————  17-11-2008 20:02:11  ————————————————————————————
Welcome to Minitab, press F1 for help.
Retrieving project from file: 'C:\DOCUMENTS AND
SETTINGS\ADMIN\MY
DOCUMENTS\BUJURSANGKAR01.MPJ'
```

General Linear Model: Hasil versus Kolom; Baris; Perlakuan

Factor	Type	Levels	Values
Kolom	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6
Baris	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6
Perlakuan	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6

Analysis of Variance for Hasil, using Sequential SS for Tests

Source	DF	SeqSS	AdjSS	SeqMS	F	P
Kolom	5	33.668	33.668	6.734	4.45	0.007
Baris	5	32.188	32.188	6.438	4.26	0.008
Perlakuan	5	185.765	185.765	37.153	24.56	0.000
Error	20	30.256	30.256	1.513		
Total	35	281.876				

S = 1.22995 R-Sq = 89.27% R-Sq(adj) = 81.22%

Bonferroni 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Kolom
Kolom = 1 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper	———+———+———+———2
	-4.082	-1.717	0.64846	(———*———)
3	-4.682	-2.317	0.04846	(———*———)
4	-3.048	-0.683	1.68180	(———*———)
5	-1.815	0.550	2.91513	(———*———)
6	-3.182	-0.817	1.54846	(———*———)
				———+———+———+———+
				-3.0 0.0 3.0 6.0

Kolom = 2 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper	———+———+———+———+
3	-2.965	-0.6000	1.765	(———*———)
4	-1.332	1.0333	3.398	(———*———)
5	-0.098	2.2667	4.632	(———*———)
6	-1.465	0.9000	3.265	(———*———)
				———+———+———+———+
				-3.0 0.0 3.0 6.0

```
Kolom = 3  subtracted from:
Kolom   Lower  Center  Upper    ------+------+------+------+
4      -0.7318  1.633   3.998  (------*------)
5       0.5015  2.867   5.232  (------*------)
6      -0.8651  1.500   3.865  (------*------)
                               ------+------+------+------+
                                -3.0    0.0    3.0    6.0
Kolom = 4  subtracted from:
Kolom   Lower  Center  Upper    ------+------+------+------+
5       -1.132  1.2333  3.598  (------*------)
6       -2.498 -0.1333  2.232  (------*------)
                               ------+------+------+------+
                                -3.0    0.0    3.0    6.0
Kolom = 5  subtracted from:
Kolom   Lower  Center  Upper    ------+------+------+------+
6       -3.732 -1.367  0.9985  (------*------)
                               ------+------+------+------+
                                -3.0    0.0    3.0    6.0
```

```
Bonferroni Simultaneous Tests
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Kolom
Kolom = 1  subtracted from:
      Difference       SE of          Adjusted
Kolom    of Means  Difference  T-Value  P-Value
2          -1.717      0.7101   -2.417   0.3795
3          -2.317      0.7101   -3.262   0.0585
4          -0.683      0.7101   -0.962   1.0000
5           0.550      0.7101    0.775   1.0000
            0.817      0.7101   -1.150   1.0000
Kolom = 2  subtracted from:
      Difference       SE of          Adjusted
Kolom    of Means  Difference  T-Value  P-Value
3         -0.6000      0.7101  -0.8449   1.0000
4          1.0333      0.7101   1.4552   1.0000
5          2.2667      0.7101   3.1920   0.0687
6          0.9000      0.7101   1.2674   1.0000
Kolom = 3  subtracted from:
      Difference       SE of          Adjusted
Kolom    of Means  Difference  T-Value  P-Value
4          1.633      0.7101    2.300   0.4851
```

```
5            2.867   0.7101     4.037    0.0097
6            1.500   0.7101     2.112    0.7115
Kolom = 4  subtracted from:
      Difference      SE of          Adjusted
Kolom    of Means  Difference  T-Value   P-Value
5          1.2333   0.7101    1.7368     1.000
6         -0.1333   0.7101   -0.1878     1.000
Kolom = 5  subtracted from:
      Difference      SE of          Adjusted
Kolom    of Means  Difference  T-Value   P-Value
6         -1.367    0.7101   -1.925    1.000

Sidak 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Kolom
Kolom = 1  subtracted from:
Kolom  Lower  Center   Upper     ———+————+————+————+
2        -4.074   -1.717    0.64110     (———*———)
3        -4.674   -2.317    0.04110   (———*———)
4        -3.041   -0.683    1.67443       (———*———)
5        -1.808    0.550    2.90777          (———*———)
6        -3.174   -0.817    1.54110      (———*———)
                                   ———+————+————+————+
                                   -3.0     0.0     3.0     6.0
Kolom = 2  subtracted from:
Kolom  Lower  Center  Upper      ———+————+————+————+
3        -2.958   -0.6000  1.758        (———*———)
4        -1.324    1.0333   3.391           (———*———)
5        -0.091    2.2667   4.624              (———*———)
6        -1.458    0.9000   3.258          (———*———)
                                   ———+————+————+————+
                                   -3.0     0.0     3.0     6.0
Kolom = 3  subtracted from:
Kolom   Lower  Center  Upper      ———+————+————+————+
4        -0.7244  1.633     3.991            (———*———)
5        0.5089   2.867     5.224              (———*———)
6        -0.8578  1.500     3.858           (———*———)
                                   ———+————+————+————+
                                   -3.0     0.0     3.0     6.0
```

Kolom = 4 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper	———+———+———+———+———+
5	-1.124	1.2333	3.591	(———*———)
6	-2.491	-0.1333	2.224	(———*———)
				———+———+———+———+———+
				-3.0 0.0 3.0 6.0

Kolom = 5 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper	———+———+———+———+———+
6	-3.724	-1.367	0.9911	(———*———)
				———+———+———+———+———+
				-3.0 0.0 3.0 6.0

Sidak Simultaneous Tests
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Kolom

Kolom = 1 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	-1.717	0.7101	-2.417	0.3191
3	-2.317	0.7101	-3.262	0.0569
4	-0.683	0.7101	-0.962	0.9983
5	0.550	0.7101	0.775	0.9999
6	-0.817	0.7101	-1.150	0.9899

Kolom = 2 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-0.6000	0.7101	-0.8449	0.9996
4	1.0333	0.7101	1.4552	0.9283
5	2.2667	0.7101	3.1920	0.0665
6	0.9000	0.7101	1.2674	0.9757

Kolom = 3 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	1.633	0.7101	2.300	0.3893
5	2.867	0.7101	4.037	0.0096
6	1.500	0.7101	2.112	0.5176

Kolom = 4 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	1.2333	0.7101	1.7368	0.7864
6	-0.1333	0.7101	-0.1878	1.0000

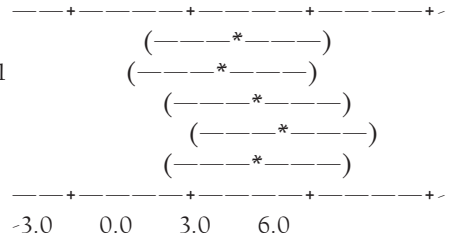
Kolom = 5 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-1.367	0.7101	-1.925	0.6558

Tukey 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Kolom

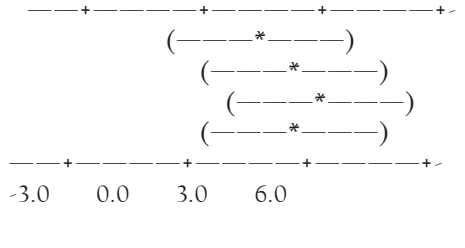
Kolom = 1 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper
2	-3.951	-1.717	0.51779
3	-4.551	-2.317	-0.08221
4	-2.918	-0.683	1.55112
5	-1.684	0.550	2.78446
6	-3.051	-0.817	1.41779



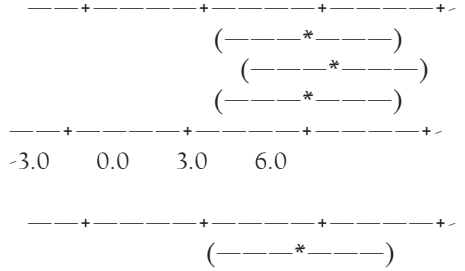
Kolom = 2 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper
3	-2.834	-0.6000	1.634
4	-1.201	1.0333	3.268
5	0.032	2.2667	4.501
6	-1.334	0.9000	3.134



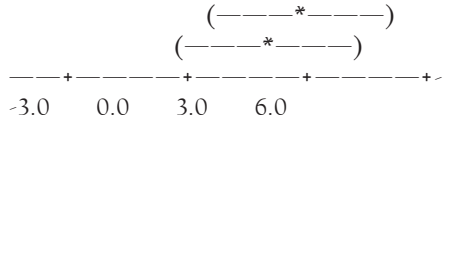
Kolom = 3 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper
4	-0.6011	1.633	3.868
5	0.6322	2.867	5.101
6	-0.7345	1.500	3.734



Kolom = 4 subtracted from:

Kolom	Lower	Center	Upper
5	-1.001	1.2333	3.468
6	-2.368	-0.1333	2.101



```
Kolom = 5  subtracted from:
Kolom  Lower  Center  Upper      ——+————+————+————+-
6      -3.601  -1.367  0.8678      (———*———)
                                 ——+————+————+————+-
                                 -3.0    0.0    3.0    6.0
```

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Kolom

Kolom = 1 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	-1.717	0.7101	-2.417	0.1972
3	-2.317	0.7101	-3.262	0.0391
4	-0.683	0.7101	-0.962	0.9245
5	0.550	0.7101	0.775	0.9688
6	-0.817	0.7101	-1.150	0.8545

Kolom = 2 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-0.6000	0.7101	-0.8449	0.9551
4	1.0333	0.7101	1.4552	0.6947
5	2.2667	0.7101	3.1920	0.0453
6	0.9000	0.7101	1.2674	0.7986

Kolom = 3 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	1.633	0.7101	2.300	0.2396
5	2.867	0.7101	4.037	0.0073
6	1.500	0.7101	2.112	0.3205

Kolom = 4 subtracted from:

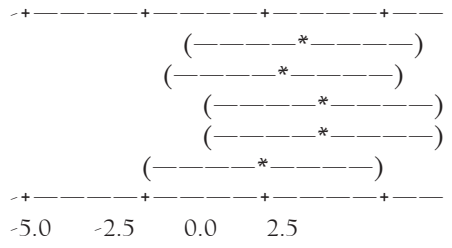
Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	1.2333	0.7101	1.7368	0.5251
6	-0.1333	0.7101	-0.1878	1.0000

Kolom = 5 subtracted from:

Kolom	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	-1.367	0.7101	-1.925	0.4168

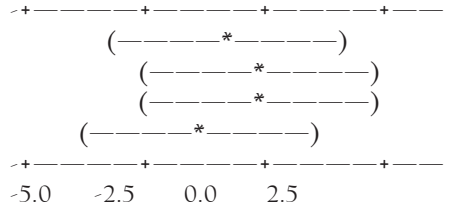
Bonferroni 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Baris
Baris = 1 subtracted from:

Bari	Lower	Center	Upper
2	-3.648	-1.283	1.0818
3	-4.382	-2.017	0.3485
4	-2.982	-0.617	1.7485
5	-3.015	-0.650	1.7151
6	-5.182	-2.817	-0.4515



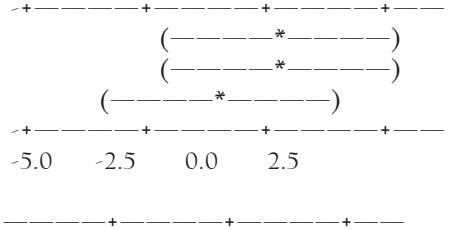
Baris = 2 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
3	-3.098	-0.733	1.6318
4	-1.698	0.667	3.0318
5	-1.732	0.633	2.9985
6	-3.898	-1.533	0.8318



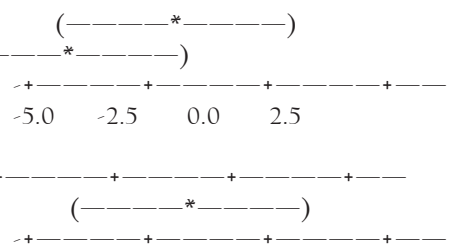
Baris = 3 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
4	-0.965	1.4000	3.765
5	-0.998	1.3667	3.732
6	-3.165	-0.8000	1.565



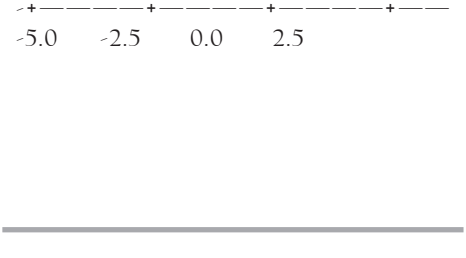
Baris = 4 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
5	-2.398	-0.033	2.3318
6	-4.565	-2.200	0.1651



Baris = 5 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
6	-4.532	-2.167	0.1985



Bonferroni Simultaneous Tests
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Baris
Baris = 1 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	-1.283	0.7101	-1.807	1.0000
3	-2.017	0.7101	-2.840	0.1518
4	-0.617	0.7101	-0.868	1.0000
5	-0.650	0.7101	-0.915	1.0000
6	-2.817	0.7101	-3.967	0.0114

Baris = 2 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	-0.733	0.7101	-1.033	1.0000
4	0.667	0.7101	0.939	1.0000
5	0.633	0.7101	0.892	1.0000
6	-1.533	0.7101	-2.159	0.6473

Baris = 3 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	1.4000	0.7101	1.972	0.9399
5	1.3667	0.7101	1.925	1.0000
6	-0.8000	0.7101	-1.127	1.0000

Baris = 4 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	-0.033	0.7101	-0.047	1.0000
6	-2.200	0.7101	-3.098	0.0850

Baris = 5 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-2.167	0.7101	-3.051	0.0946

Sidak 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Baris

Baris = 1 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper	-+---------+---------+---------+---
2	-3.641	-1.283	1.0744	(-------*-------)
3	-4.374	-2.017	0.3411	(-------*-------)
4	-2.974	-0.617	1.7411	(-------*-------)
5	-3.008	-0.650	1.7078	(-------*-------)
6	-5.174	-2.817	-0.4589	(-------*-------)
				-+---------+---------+---------+---
				-5.0 -2.5 0.0 2.5

Baris = 2 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper	-+---------+---------+---------+---
3	-3.091	-0.733	1.6244	(-------*-------)
4	-1.691	0.667	3.0244	(-------*-------)
5	-1.724	0.633	2.9911	(-------*-------)
6	-3.891	-1.533	0.8244	(-------*-------)
				-+---------+---------+---------+---
				-5.0 -2.5 0.0 2.5

Baris = 3 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper	-+---------+---------+---------+---
4	-0.958	1.4000	3.758	(-------*-------)
5	-0.991	1.3667	3.724	(-------*-------)
6	-3.158	-0.8000	1.558	(-------*-------)
				-+---------+---------+---------+---
				-5.0 -2.5 0.0 2.5

Baris = 4 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper	-+---------+---------+---------+---
5	-2.391	-0.033	2.3244	(-------*-------)
6	-4.558	-2.200	0.1578	(-------*-------)
				-+---------+---------+---------+---
				-5.0 -2.5 0.0 2.5

Baris = 5 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper	-+---------+---------+---------+---
6	-4.524	-2.167	0.1911	(-------*-------)
				-+---------+---------+---------+---
				-5.0 -2.5 0.0 2.5

Sidak Simultaneous Tests
Response Variable Hasil

All Pairwise Comparisons among Levels of Baris
Baris = 1 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	-1.283	0.7101	-1.807	0.7396
3	-2.017	0.7101	-2.840	0.1415
4	-0.617	0.7101	-0.868	0.9995
5	-0.650	0.7101	-0.915	0.9990
6	-2.817	0.7101	-3.967	0.0114

Baris = 2 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	-0.733	0.7101	-1.033	0.9965
4	0.667	0.7101	0.939	0.9987
5	0.633	0.7101	0.892	0.9993
6	-1.533	0.7101	-2.159	0.4840

Baris = 3 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	1.4000	0.7101	1.972	0.6211
5	1.3667	0.7101	1.925	0.6558
6	-0.8000	0.7101	-1.127	0.9917

Baris = 4 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	-0.033	0.7101	-0.047	1.0000
6	-2.200	0.7101	-3.098	0.0817

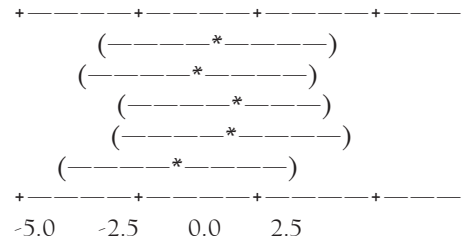
Baris = 5 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-2.167	0.7101	-3.051	0.0905

Tukey 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Baris

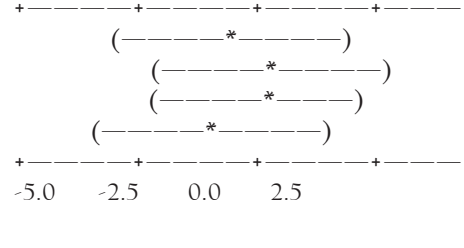
Baris = 1 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
2	-3.518	-1.283	0.9511
3	-4.251	-2.017	0.2178
4	-2.851	-0.617	1.6178
5	-2.884	-0.650	1.5845
6	-5.051	-2.817	-0.5822



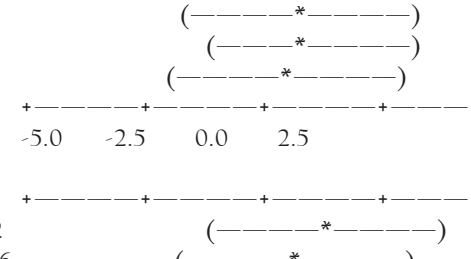
Baris = 2 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
3	-2.968	-0.733	1.5011
4	-1.568	0.667	2.9011
5	-1.601	0.633	2.8678
6	-3.768	-1.533	0.7011



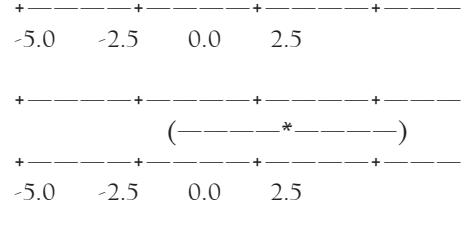
Baris = 3 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
4	-0.834	1.4000	3.634
5	-0.868	1.3667	3.601
6	-3.034	-0.8000	1.434



Baris = 4 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
5	-2.268	-0.033	2.20112
6	-4.434	-2.200	0.03446



Baris = 5 subtracted from:

Baris	Lower	Center	Upper
6	-4.401	-2.167	0.06779

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Baris
Baris = 1 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	-1.283	0.7101	-1.807	0.4834
3	-2.017	0.7101	-2.840	0.0914
4	-0.617	0.7101	-0.868	0.9498
5	-0.650	0.7101	-0.915	0.9380
6	-2.817	0.7101	-3.967	0.0086

Baris = 2 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	-0.733	0.7101	-1.033	0.9013
4	0.667	0.7101	0.939	0.9314
5	0.633	0.7101	0.892	0.9441
6	-1.533	0.7101	-2.159	0.2988

Baris = 3 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	1.4000	0.7101	1.972	0.3915
5	1.3667	0.7101	1.925	0.4168
6	-0.8000	0.7101	-1.127	0.8646

Baris = 4 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	-0.033	0.7101	-0.047	1.0000
6	-2.200	0.7101	-3.098	0.0548

Baris = 5 subtracted from:

Baris	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-2.167	0.7101	-3.051	0.0603

Bonferroni 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan

Perlakuan = 1 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——
2	-3.032	-0.667	1.698	(——*——)
3	-1.898	0.467	2.832	(——*——)
4	-2.748	-0.383	1.982	(——*——)
5	-3.015	-0.650	1.715	(——*——)
6	-8.615	-6.250	-3.885	(——*——)
				——+——+——+——
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 2 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——
3	-1.232	1.133	3.498	(——*——)
4	-2.082	0.283	2.648	(——*——)
5	-2.348	0.017	2.382	(——*——)
6	-7.948	-5.583	-3.218	(——*——)
				——+——+——+——
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 3 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——
4	-3.215	-0.850	1.515	(——*——)
5	-3.482	-1.117	1.248	(——*——)
6	-9.082	-6.717	-4.352	(——*——)
				——+——+——+——
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 4 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——
5	-2.632	-0.267	2.098	(——*——)
6	-8.232	-5.867	-3.502	(——*——)
				——+——+——+——
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 5 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——
6	-7.965	-5.600	-3.235	(——*——)
				——+——+——+——
				7.0 -3.5 0.0 3.5

Bonferroni Simultaneous Tests
Response Variable Hasil

All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan
Perlakuan = 1 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	-0.667	0.7101	-0.939	1.0000
3	0.467	0.7101	0.657	1.0000
4	-0.383	0.7101	-0.540	1.0000
5	-0.650	0.7101	-0.915	1.0000
6	-6.250	0.7101	-8.801	0.0000

Perlakuan = 2 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	1.133	0.7101	1.596	1.0000
4	0.283	0.7101	0.399	1.0000
5	0.017	0.7101	0.023	1.0000
6	-5.583	0.7101	-7.863	0.0000

Perlakuan = 3 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	-0.850	0.7101	-1.197	1.0000
5	-1.117	0.7101	-1.573	1.0000
6	-6.717	0.7101	-9.459	0.0000

Perlakuan = 4 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	-0.267	0.7101	-0.376	1.0000
6	-5.867	0.7101	-8.262	0.0000

Perlakuan = 5 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-5.600	0.7101	-7.886	0.0000

Sidak 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan

Perlakuan = 1 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——
2	-3.024	-0.667	1.691	(——*——)
3	-1.891	0.467	2.824	(——*——)
4	-2.741	-0.383	1.974	(——*——)
5	-3.008	-0.650	1.708	(——*——)
6	-8.608	-6.250	-3.892	(——*——)
				——+——+——+——
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 2 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——+
3	-1.224	1.133	3.491	(——*——)
4	-2.074	0.283	2.641	(——*——)
5	-2.341	0.017	2.374	(——*——)
6	-7.941	-5.583	-3.226	(——*——)
				——+——+——+——+
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 3 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——+
4	-3.208	-0.850	1.508	(——*——)
5	-3.474	-1.117	1.241	(——*——)
6	-9.074	-6.717	-4.359	(——*——)
				——+——+——+——+
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 4 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——+
5	-2.624	-0.267	2.091	(——*——)
6	-8.224	-5.867	-3.509	(——*——)
				——+——+——+——+
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Perlakuan = 5 subtracted from:

Perlakuan	Lower	Center	Upper	——+——+——+——+
6	-7.958	-5.600	-3.242	(——*——)
				——+——+——+——+
				-7.0 -3.5 0.0 3.5

Sidak Simultaneous Tests
Response Variable Hasil

All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan
Perlakuan = 1 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	-0.667	0.7101	-0.939	0.9987
3	0.467	0.7101	0.657	1.0000
4	-0.383	0.7101	-0.540	1.0000
5	-0.650	0.7101	-0.915	0.9990
6	-6.250	0.7101	-8.801	0.0000

Perlakuan = 2 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	1.133	0.7101	1.596	0.8678
4	0.283	0.7101	0.399	1.0000
5	0.017	0.7101	0.023	1.0000
6	-5.583	0.7101	-7.863	0.0000

Perlakuan = 3 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	-0.850	0.7101	-1.197	0.9853
5	-1.117	0.7101	-1.573	0.8794
6	-6.717	0.7101	-9.459	0.0000

Perlakuan = 4 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	-0.267	0.7101	-0.376	1.0000
6	-5.867	0.7101	-8.262	0.0000

Perlakuan = 5 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-5.600	0.7101	-7.886	0.0000

Tukey 95.0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan

```
Perlakuan = 1  subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center   Upper  ———+————+————+————+
2          -2.901   -0.667   1.568                (——*——)
3          -1.768    0.467   2.701                  (——*———)
4          -2.618   -0.383   1.851                 (——*——)
5          -2.884   -0.650   1.584                (——*———)
6          -8.484   -6.250   -4.016      (——*———)
                                      ———+————+————+————+
                                      -7.0     -3.5      0.0      3.5
Perlakuan = 2  subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center   Upper  ———+————+————+————+
3          -1.101    1.133   3.368                   (——*———)
4          -1.951    0.283   2.518                 (———*——)
5          -2.218    0.017   2.251                 (——*——)
6          -7.818   -5.583   -3.349       (——*——)
                                      ———+————+————+————+
                                      -7.0     -3.5      0.0      3.5
Perlakuan = 3  subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center   Upper  ———+————+————+————
+
4          -3.084   -0.850   1.384                (———*——)
5          -3.351   -1.117   1.118               (———*——)
6           -8.951   -6.717   -4.482    (———*——)
                                      ———+————+————+————+
                                      -7.0     -3.5      0.0      3.5
Perlakuan = 4  subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center   Upper  ———+————+————+————+
5          -2.501   -0.267   1.968                 (——*———)
6          -8.101   -5.867   -3.632       (——*———)
                                      ———+————+————+————+
                                      -7.0     -3.5      0.0      3.5
Perlakuan = 5  subtracted from:
Perlakuan   Lower  Center   Upper  ———+————+————+————+
6          -7.834   -5.600   -3.366       (——*——)
                                      ———+————+————+————+
                                      -7.0     -3.5      0.0      3.5
```

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Hasil
All Pairwise Comparisons among Levels of Perlakuan
Perlakuan = 1 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	-0.667	0.7101	-0.939	0.9314
3	0.467	0.7101	0.657	0.9847
4	-0.383	0.7101	-0.540	0.9937
5	-0.650	0.7101	-0.915	0.9380
6	-6.250	0.7101	-8.801	0.0000

Perlakuan = 2 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	1.133	0.7101	1.596	0.6103
4	0.283	0.7101	0.399	0.9985
5	0.017	0.7101	0.023	1.0000
6	-5.583	0.7101	-7.863	0.0000

Perlakuan = 3 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	-0.850	0.7101	-1.197	0.8331
5	-1.117	0.7101	-1.573	0.6245
6	-6.717	0.7101	-9.459	0.0000

Perlakuan = 4 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	-0.267	0.7101	-0.376	0.9989
6	-5.867	0.7101	-8.262	0.0000

Perlakuan = 5 subtracted from:

Perlakuan	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-5.600	0.7101	-7.886	0.0000

8.4. Pemahaman Hasil Perhitungan Minitab

Berdasarkan data hasil perhitungan Minitab, yang disajikan cuplikannya pada halaman ini, maka anda perlu memahaminya supaya dapat memahami hasil percobaan dari Rancangan Bujur sangkar latin (RBSL).

Tiga aspek yang perlu diperhatikan dari perhitungan Minitab adalah:
Pertama, sidik ragam RBSL yang menyajikan F_{hitung} untuk kolom, Baris, dan Perlakuan seperti yang disajikan pada bagian berikut:

Faktor Kolom, Baris, dan Perlakuan diperlakukan tetap (Fixed) dalam perhitungan yang berarti bahwa Sidik ragam (ANOVA) menguji apakah rataan dari setiap level faktor diperlakukan sama atau berbeda. Sebaliknya jika diperlakukan acak (Random) maka sidik ragam (ANOVA) menguji apa-kah ragam dari setiap faktor adalah nol.

Nilai-P yang tersaji dalam tabel Sidik Ra-gam (Analysis of Variance) dari Hasil, juga harus menjadi perhatian anda. Jika nilai-P lebih besar daripada tingkat kepercayaan yang kita tetapkan maka pengaruh perlakuan menjadi tidak nyata. Sebaliknya, jika nilai P lebih kecil daripada tingkat kepercayaan yang ditetapkan maka pengaruh perlakuan menjadi nyata. Terkait dengan data Tabel 13.3 maka kita telah menetapkan bahwa tingkat kepercayaan adalah 95% atau 0.05, sedangkan nilai-P untuk Kolom, Baris, dan Perlakuan masing-masing adalah 0.007, 0.008, dan 0.000 yang menunjukkan nilai tersebut kecil daripada nilai 0.05 yang telah ditetapkan diawal perhitungan. Hal ini berarti bahwa Kolom, Baris dan Perlakuan memberikan pengaruh yang nyata pada perlakuan ini.

General Linear Model: Hasil versus Kolom; Baris; Perlakuan

Factor	Type	Levels	Values
Kolom	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6
Baris	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6
Perlakuan	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6

Analysis of Variance for Hasil, using Sequential SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Seq MS	F	P
Kolom	5	33.668	33.668	6.734	4.45	0.007
Baris	5	32.188	32.188	6.438	4.26	0.008
Perlakuan	5	185.765	185.765	37.153	24.56	0.000
Error	20	30.256	30.256	1.513		
Total	35	281.876				

S = 1.22995 R-Sq = 89.27% R-Sq(adj) = 81.22%

Nilai S, R-sq, dan R-sq(adj) juga harus menjadi perhatian anda karena menunjukkan sebaik apa model terhadap data. Nilai ketiga indikator tersebut akan membantu anda untuk memilih model yang sesuai dengan data.

Nilai S yang kecil akan menunjukkan bahwa respon peubah memiliki jarak atau selisih yang tidak terlalu jauh dari kondisi data dari hasil pengukuran. **Nilai R-sq** (R^2) menggambarkan jumlah keragaman dari respon yang dapat dijelaskan oleh penduga. Pada kasus ini, diperoleh nilai 89.27% yang berarti bahwa model akan mampu menjelaskan sebesar 89.27% dari keragaman data percobaan. Nilai R^2 bagus juga untuk digunakan sebagai indikator pembanding model dengan ukuran yang sama.

Nilai R-sq(adj) atau (R^2 baku) terjadi setelah program meniadakan faktor-faktor yang tidak perlu dalam pembuatan model. Nilai ini selalu lebih

rendah daripada nilai **R-sq** (R^2) sangat efektif untuk melihat pertambahan kontribusi faktor (penduga) yang dilibatkan dalam pembuatan model. Pada kasus ini, nilai (R^2 baku) sebesar 81.22% sehingga dengan menghilangkan faktor-faktor yang tidak perlu maka model masih dapat dikatakan bahwa model masih bagus digunakan sebagai alat penduga.

Kedua, Perbandingan berganda yang menggunakan metode Tukey, Dunnet, Bonferroni, dan Sidak. Metode Tukey diberikan penjelasan sedangkan tiga metode lainnya dapat anda pelajari melalui fasilitas Help di program Minitab dengan menekan tombol **F1**, dan mengetikkan kata ***Dunnet***, atau ***Bonferroni***, atau ***Sidak*** pada kolom dialog ***Search***.

Metode Tukey. Metode ini membandingkan semua kemungkinan secara berpasangan dari rataan faktor (penduga) dan indikator yang digunakan adalah selang kepercayaan dan nilai-p dari hasil perhitungannya sebagai alat penguji apakah sepasang rataan memiliki perbedaan.
Pada selang kepercayaan digunakan untuk menentukan apakah rataan berbeda jika:

- Sebuah selang tidak memiliki nilai nol maka ada perbedaan nyata secara statistik antara pasangan rataan yang diuji.
- Sebuah selang memiliki nilai nol maka tidak ada perbedaan nyata.
  Pada nilai-P, jika lebih besar tingkat kepercayaan (a) yang ditetapkan maka nilai rataan tidak akan berbeda. Sebaliknya, jika nilai-P lebih kecil dari a maka nilai rataan antara pasang-an dapat dinyatakan berbeda.
  Pada Kasus ini, diambil contoh selang kepercayaan dengan sajian data sebagai berikut:

Hanya perlakuan 6 (Simbol F atau Non Pemupukan) yang tidak memiliki angka 0 pada selang kepercayaannya, sedangkan perlakuan lain memiliki angka 0. Hal ini menunjukkan bahwa rataan untuk setiap perlakuan adalah sama, kecuali pada perlakuan 6. Berarti pemupukan memberikan pengaruh yang sama pada sugar beet, dan perbedaan terjadi jika tidak berikan pemupukan, Indikasi yang lebih jauh memungkinkan bahwa adanya unsur N (Nitrogen) berperan penting pada setiap kombinasi formula pupuk yang diujicobakan.

Ketiga, tampilan grafik sisaan dimana pada kasus ini disajikan dalam bentuk grafik dengan empat grafik sisaan:
1. Plot peluang normal sisaan (Normal Probability Plot)
2. Histogram sisaan (Histogram of Residuals
3. Sisaan dengan Data tersesuaikan (Residual versus fits)
4. Sisaan dengan urutan (Residual versus order)

Keempat indikator dari plot sisaan menunjukkan bahwa model dapat digunakan sebagai penduga karena plot peluang normal sisaan berhimpit dengan garis model, histogram sisaan relatif simetris, plot sisaan dengan data tersesuaikan menyebar, kemudian tidak ada pengaruh waktu atau urutan pada plot **Residual versus Order**.

8.5. Pertimbangan Penting

Berdasarkan studi kasus penggunaan Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) dengan Manual dan program Minitab untuk pertanaman sugar beet dengan data di Tabel 13.3, maka anda perlu memperhatikan pertimbangan-pertimbangan berikut:

- Penentuan lokasi setiap perlakuan untuk A, B, C, D, E, dan F harus acak untuk setiap baris dan kolom atau faktornya. Teknik yang terbaik menggunakan bilangan acak (***Random Number***) dari buku atau kalkulator.
- Teknik Pengisian data ke lembar kerja (worksheet) Minitab harus ekstra hati-hati karena kesalahan pengetikan maka program memberikan peringatan kesalahan atau juga memberikan kesalahan perhitungan.
- Patokan (Hasil)++(Kolom)++(Baris)++(Perlakuan) sebaiknya digunakan untuk memudahkan pengecekan ulang dari pengetikan data ke lembar kerja Minitab.
- Tahapan Penyelesaian di program Minitab sebaiknya menyesuaikan dengan tujuan penelitian. Terutama jika anda ingin melakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan metode Tukey, Dunnet, Bonferroni, dan Sidak karena akan memberikan hasil perhitungan yang panjang.
- Pemahaman Hasil dari perhitungan Minitab untuk RBSL ini sebaiknya berpatokan pada (1) komponen Sidik ragam seperti Fhitung, nilai-P, S, R-sq, dan R-sq(adj); (2) Uji perbandingan dari salah satu metode Tukey, Dunnet, Bonferroni, atau Sidak; (3) Tampilan grafik sisaan.

8.6. Soal dan Solusi

8.6.1. Soal dan Solusi ke 1

		SAPI			
		I	II	III	IV
Periode	I	A 192	B 195	C 292	D 249
	II	B 190	D 203	A 218	C 210
	III	C 214	A 139	D 245	B 163
	IV	D 221	C 152	B 204	A 134

Sebuah penelitian berupaya mengkaji pemberian makan pakan di musim dingin pada produksi susu dengan menggunakan rancangan bujur sangkar latin. Untuk itu diujicobakan empat macam perlakuan pada sapi dengan simbol A, B, C, dan D, kemudian pengukuran produksi susu diukur dalam satuan pound liter setelah tiga minggu perlakuan tersebut. Hasil percobaan ini disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:
Sumber: Mead et al., (1993)

Pertanyaan:
1. Susun dan uji hipotesis dalam percobaan ini.
2. Susun sidik ragam, dan cantumkan nilai Fhitung dan perbandingannya dengan Ftabel ?
3. Gunakan program Minitab untuk menjawab perhitungan dari masalah tersebut.
4. Bagaimana kesimpulan anda?

		HASIL PIPILAN (ton/ha)			
		I	II	III	IV
Periode	I	B 1.64	D 1.21	C 1.425	A 1.345
	II	C 1.475	A 1.185	D 1.4	B 1.29
	III	A 1.67	C 0.71	B 1.665	D 1.18
	IV	D 1.565	B 1.29	A 1.655	C 0.66

8.6.2. Soal dan Solusi ke 2

Sebuah data hipotetik yang berupaya mencoba mencari pengaruh waktu tanam terhadap empat lokasi tanam jagung hibrida di wilayah baru. Peneliti kemudian memberikan empat varietas untuk mencari tahu hasil jagung dalam bentuk pipilan tersebut (ton/ha). Hasil data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Pertanyaan:

1. Susun dan uji hipotesis dalam percobaan ini.
2. Susun sidik ragam, dan cantumkan nilai Fhitung dan perbandingannya dengan Ftabel?
3. Jika terjadi pengaruh perlakuan, apa yang sebaiknya anda lakukan.
4. Bagaimana kesimpulan anda?

		KOLOM				TOTAL
		I	II	III	IV	
Pupuk	I	B 18	D 21	C 25	A 11	**75**
	II	D 22	B 12	A 15	C 19	**68**
	III	B 15	A 20	C 23	D 24	**82**
	IV	C 22	D 21	B 10	A 17	**70**
	Total	77	74	73	71	

8.6.3. Soal dan Solusi ke 3

Penelitian ini mencoba mengkaji pengaruh pupuk pada empat lokasi yang berbeda dan menerima empat perlakuan A, B, C, dan D. Rancangan yang diterapkan adalah bujur sangkar latin 4x4. Hasil data disajikan dalam bentuk tabel berikut ini.

Pertanyaan:

1. Susun dan uji hipotesis dalam percobaan ini.
2. Susun sidik ragam, dan cantumkan nilai Fhitung dan perbandingannya dengan Ftabel ?
3. Bagaimana kesimpulan anda ?

8.7. Soal Latihan

8.7.1. Soal Latihan 1

Satu set data yang memiliki lima perlakuan dan lima nilainya hendak dikaji perbedaan pengaruhnya dengan menggunakan rancangan bujur sangkar latin (RBSL).

Perlakuan	Nilai				
	1	2	3	4	5
a	66	68	62	64	65
b	70	72	78	76	71
c	59	56	58	57	56
d	88	85	80	84	81
e	52	54	51	54	56

Tugas anda adalah:

1. Jika data pada soal ini akan dikerjakan dengan mendekatan RBSL maka lakukan penempatan data pada baris dan kolomnya secara acak dan sesuai persyaratan rancangan tersebut yang hanya menempatkan satu kali perlakuan pada kolom atau baris yang sama.
2. Lakukan analisis sidik ragam untuk mengecek pengaruh perlakuan tersebut. Patokan perhitungan anda ada pada bagian **13.3 contoh soal dan solusi**
3. Bagaimana kesimpulan anda berdasarkan tiga indikator yang telah dijelaskan di bagian **13.5 Pertimbangan Penting**.

8.7.2. Soal Latihan 2

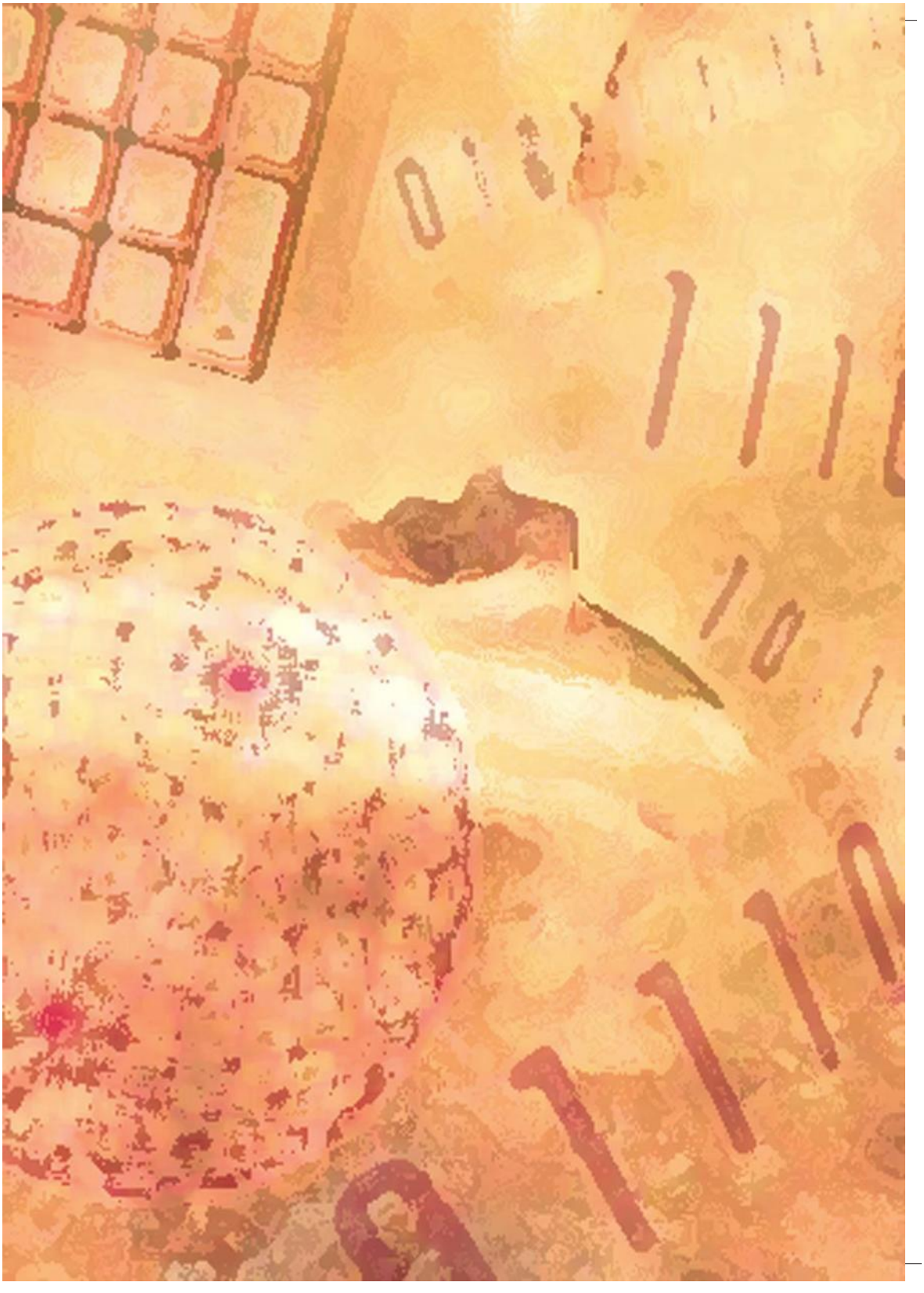
Pada contoh soal dan solusi 1, 2 dan 3 hanya dijelaskan hasil perhitungan Sidik Ragamnya menggunakan program Minitab, namun masih memerlukan analisis sisaan melalui plot data sisaan. Tolong dibuatkan analisis tersebut untuk setiap individu dan empat gambar dalam satu tampilan (**Four in one**).

8.7.3. Soal Latihan 3

Pada contoh soal dan solusi 1, 2 dan 3, Anda dibutuhkan untuk membuat uji perbandingan ganda untuk rataan dan membuat selang kerpercayaannya menggunakan metode Tukey, Dunnet, Bonferroni, atau Sidak.

PERHATIAN!

Jika anda mengalami kesulitan untuk memahami dan menyelesaikan persoalan di RBSL ini maka dipersilahkan kontak penulis melalui email syukri240966@yahoo.com. Terimakasih



BAB-9
REGREASI DAN KORELASI

9.1. Target Pembaca

Target pembaca untuk bagian ini adalah :

- Memahami pengertian regresi dan korelasi
- Mampu melakukan uji hipotesis dan menentukan selang kepercayaan untuk setiap parameter model regresi
- Mengerti proses perhitungan regresi dengan cara manual
- Mengerti penggunaan program Minitab untuk menghitung regresi dan korelasi
- Mengerti penggunaan persamaan regresi untuk prediksi nilai

9.2. Pengertian Regresi dan Korelasi

9.2.1. Pengertian

Sebuah peubah (X) digunakan untuk menduga nilai peubah yang lain (Y) karena telah diketahui ada keterkaitan atau hubungan sebab. Keterkaitan kedua peubah ini adalah prinsip dasar dari persamaan regresi. Keterkaitan atau hubungan itu diistilahkan sebagai korelasi. Definisi yang lebih bersifat formal dan menunjukkan bahwa regresi adalah persamaan matematika diungkapkan oleh Walpole (1982). Dia menyatakan bahwa persamaan regresi memungkinkan kita meramalkan nilai-nilai suatu peubah tak bebas dari nilai nilai satu atau lebih peubah bebas. Cerita klasik cara penggunaan regresi ini juga diceritakan oleh Walpole dalam bukunya yang berjudul "Introduction to Statistics atau Pengantar Statistika (terjemahan)". Pada mulanya, Regresi digunakan oleh Sir Francis Galton (1822-1911) yang membandingkan tinggi badan anak laki-laki dengan tinggi badan ayahnya. Galton menunjukkan bahwa tinggi anak badan laki-laki dari ayah yang tinggi, setelah beberapa generasi cenderung mundur mendekati nilai tengah populasi. Kata cenderung mundur (regressed) yang dijadikan patokan untuk istilah persamaan yang akan dibahas ini.

Nah, Misalkan kita memperoleh serangkaian data seperti pada Tabel 9.1 yang menceritakan umur konsumen dan kadar kolesterolnya. Dari contoh masalah sederhana ini, sebagai seorang statistika, anda diminta membantu

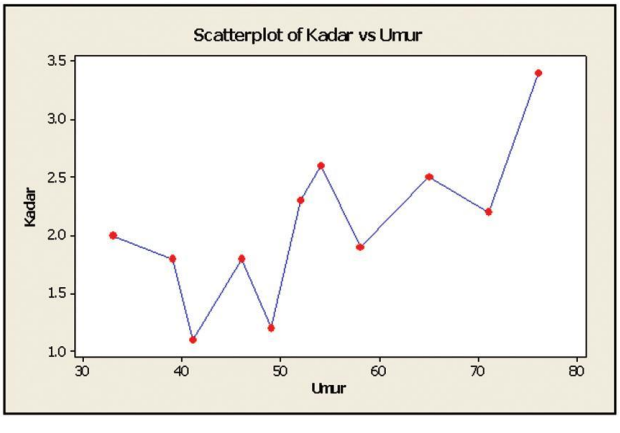
ahli kesehatan masyarakat untuk mengkaji data tersebut dan menjawab serangkaian pertanyaan:

1. Apakah ada hubungan antara umur de-ngan kadar kolesterol?
2. Bagaimana menguji hipotesis dan mem-buat selang kepercayaan untuk paramater dari persamaan regresi ini?
3. Menggunakan Minitab untuk mendapatkan hasil analisis statistika?
   Sebagai penentu adalah umur yang mungkin terkait dengan pola konsumsi dan proses metabolisme tubuh sehingga menimbulkan perbedaan kadar kolesterol dalam darah. Karena umur menjadi penentu maka disebut peubah bebas (*independent variable*) sedangkan kadar kolesterol yang menjadi akibat disebut peubah tak bebas (*dependent variable*). Dalam penjelasan Minitab peubah bebas (X) disebut penduga (predictor) sedangkan peubah tak bebas disebut respon (response) (Y). Kendati berbeda nama keduanya termasuk kedalam peubah kontinu yang berarti kita dapat memperoleh suatu nilai dalam rentang skala pengukuran.

Tabel 9.1
Data Antara Umur
Dan Kadar Kolesterol

Umur	Kadar Kolesterol
46	18
52	23
39	18
65	25
54	26
33	20
49	12
76	34
71	22
41	11
58	19

Jika data tersebut divisualisasikan dalam bentuk gambar dengan plot antara sumbu X untuk umur dengan sumbu Y untuk kadar kolesterol maka diperoleh hasil sebagai berikut:



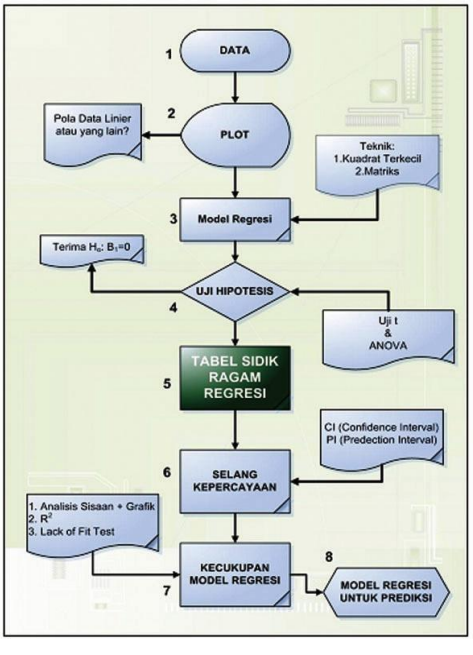
Gambar 9.1 Pola Data Untuk Umur dan Kadar Kolesterol
Berdasarkan tampilan data tersebut maka tampak ada kecenderungan bahwa semakin bertambah usia sampel yang diambil maka kadar kolesterolnya semakin bertambah.

Lalu pertanyaan dari data tersebut adalah "Bagaimana menggali informasi kuantitatif dari pola data tersebut ?" Jawaban pertanyaan tersebut akan diperoleh dengan melakukan analisis regresi.

Berdasarkan kajian pustaka dan pengalaman menyelesaikan masalah yang terkait dengan regresi menggali informasi kuantitatif dari data pada Tabel

9.1. dapat dilaksanakan dengan mengikuti algoritma tahapan seperti Gambar 9.2. Pada gambar tersebut terdapat delapan langkah dari ketersediaan data sampai pada penggunaan model regresi sebagai alat prediksi.

Gambar 9.2 Algoritma Penyelesaian Masalah Regresi
Algoritma ini diawali dengan ketersediaan data dan masalah regresi yang akan dicari solusinya. Dilanjutkan pada tahap kedua dengan plotting untuk mengetahui pola data apakah linier atau mengikuti pola lainnya. Tahap ketiga membangun/menghitung model regresi dengan menggunakan teknik kuadrat terkecil atau matriks yang terkait dengan persa-maan regresi berganda. Tahap keempat adalah menguji hipotesis untuk model regresi tersebut untuk H_0:b_1=0 atau H_1:$b_1$¹0 dengan uji t atau Sidik Ragam (Analysis of Variance ANOVA).



Tahap kelima adalah menghitung semua komponen dalam Tabel Sidik ragam kemudian tahap keenam menghitung selang kepercayaan dan tahap ketujuh adalah menilai kecu-

kupan model regresi dengan menggunakan analsisi sisaan dan grafik koefisien determinan atau uji kesenjangan. Tahap terakhir adalah menggunakan model regresi untuk prediksi.
Pada Tabel 9.2 juga menjelaskan target kerja yang harus dilaksanakan seiring dengan pelaksanaan algoritma pada Gambar 9.2. kemudian untuk mempermudah pembaca persamaan yang terkait dengan target kerja disajikan dalam bentuk persamaan-persamaan yang tersaji di Tabel 9.3

Tabel 9.2 Penjelasan target kerja untuk algoritma penyelesaian masalah regresi.

NO. URUT	TAHAPAN	TARGET KERJA
1	Data	1. Cek Data dan pengetikan di komputer 2. Identifikasi masalah 3. Pemilihan piranti lunak untuk perhitungan
2	Plot Data	Ploting Data untuk sumbu X dan sumbu Y atau Sumbu $X_1 \ldots X_k$ untuk regresi berganda
3	Bangun Model Regresi	1. Tentukan nilai $b_0 b_1$ dan Y 2. Gunakan teknik Kuadrat terkecil 3. Atau Matrix
4	Uji Hipotesis	Uji apakah H_0: b_1=0 atau H_1: $b_1$10 dengan Uji t atau Sidik Ragam
5	Tabel Sidik Ragam	Hitung semua komponen Sidik Ragam
6	Selang Kepercayaan	Hitung Selang keparcayaan Intersep kemiringkan CI dan PI
7	Kecukupan Model Regresi	Gunakan: 1. Analisis Sisaan 2. R^2 3. Uji Kesenjangan(Lack of Fit Test)
8	Model Regresi untuk Prediksi	Gunakan Model untuk hitung Y berdasarkan sembarang nilai X

Tabel 9.3 Persamaan-Persamaan dalam analisis regresi

Persamaan Regresi	$\bar{Y} = b_0 + b_1\bar{X}$
Kemiringan (Slope)	$b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{X}$
Intersep (Intercept)	$b_1 = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} X_iY_i - (\sum_{i=1}^{n} X_i)(\sum_{i=1}^{n} Y_i)}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \dfrac{(\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n}}$
Komponen Persamaan Regresi	$\bar{Y} = \dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i$ $\quad$ $\bar{X} = \dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$
	$S_{xx} = \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \dfrac{(\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n}$
	$S_{xy} = \sum_{i=1}^{n} X_iY_i - \dfrac{\sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}$
Penduga Ragam	$s_X^2 = \dfrac{JK_G}{n-2}$
	$JK_G = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y}_i)^2$
	$JK_G = JK_T - b_1S_{xy}$
Standar Galat b_0 dan b_1	
b_0	$SG(b_o) = \sqrt{s\ (\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}}{S_{xx}})}$
b_1	$SG(b_1) = \sqrt{\dfrac{s^2}{S_{xx}}}$
KECUKUPAN MODEL REGRESI	
Koefisien Determinant (R^2)	$R^2 = \dfrac{JK_{\text{Regresi}}}{JK_{Total}} = 1 - \dfrac{JK_{Galat}}{JK_{Total}}$
UJI HIPOTESIS	
UJI t	$t_0 = \dfrac{b_1}{\sqrt{\frac{s^2}{S_{xx}}}} = \dfrac{b_1}{S_e(b_1)}$
SIDIK RAGAM (ANOVA)	$\sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y}) = \sum_{i=1}^{n} (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \hat{Y}_i)^2$

Keterangan:	JKT = JKR + JKG
JKT=Jumlah Kuadrat Total	JKG = JKT - $_1S_{xy}$
JKG=Jumlah Kuadrat Galat	JKT = b_1S_{xy} + JKG
JKR=Jumlah Kuadrat Regresi	JKR = b_1S_{xy}
	$F_{hitung} = \frac{JKR/1}{JKG/(n-2)} = \frac{KT_R}{KT_G}$
SELANG KEPERCAYAAN	
b_0 untuk Intersep	
$b_0 - t_{a/2,n-2}\sqrt{s^2\left[\frac{1}{n}+\frac{\bar{X}^2}{S_{xx}}\right]} \le b_0 \le b_0 + t_{a/2,n-2}\sqrt{s^2\left[\frac{1}{n}+\frac{\bar{X}^2}{S_{xx}}\right]}$	
b_1 untuk kemiringan	
$b_0 - t_{a/2,n-2}\sqrt{\frac{s^2}{S_{xx}}} \le b_0 \le b_0 + t_{a/2,n-2}\sqrt{\frac{s^2}{S_{xx}}}$	
Rataan Respon ì	(CI=Confidence Interval)
$m_{y\|x_0} - t_{a/2,n-2}\sqrt{s^2\left[\frac{1}{n}+\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_0-\bar{X})^2}{S_{xx}}\right]} \le m_{y\|x_0} \le m_{y\|x_0} + t_{a/2,n-2}\sqrt{s^2\left[\frac{1}{n}+\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_0-\bar{X})^2}{S_{xx}}\right]}$	
Prediksi	(PI=Prediction Interval)
$\hat{Y}_0 - t_{a/2,n-2}\sqrt{s^2\left[1+\frac{1}{n}+\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_0-\bar{X})^2}{S_{xx}}\right]} \le \hat{Y}_0 \le \hat{Y}_0 + t_{a/2,n-2}\sqrt{s^2\left[1+\frac{1}{n}+\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_0-\bar{X})^2}{S_{xx}}\right]}$	

9.3. Regresi Tunggal dan Berganda

Persamaan regresi itu terdiri dari dua macam yaitu regresi sederhana (*simple regression*) dan regresi berganda (*multiple regression*).

Persamaan regresi sederhana dan berganda disajikan dalam bentuk persamaan matematika sebagai berikut:

a. Persamaan sederhana : $Y = b_0 + b_1X + e$

b. Persamaan berganda : $Y = a + b_1X_1 + b_2X_1 + \ldots + b_nX_n + e$

Dimana:

Y : respon
b_0 : nilai konstanta untuk peubah respon jika peubah penduga sama dengan nol.
$b_1 ... b_n$: nilai koefisien untuk setiap peubah penduga X_1 ... X_n dimana nilai peubah respon akan berubah seiring dengan perubahan nilai penduga.

Dengan mengambil contoh dari **StatGuide Minitab** misalkan kita mendapatkan persamaan regresi seperti ini:
Rating = - 0.759 + 0.157Conc + 0.216Ratio + 0.0107Temp + 0.0960Time
Interpretasi persamaan tersebut adalah:

a. Rating Conc (konsentrasi) ratio Temp (suhu) dan Time (waktu) adalah nama-nama peubah pengganti Y X_1 X_2 X_3 dan X_4.
b. Nilai -0.759 adalah konstanta untuk peubah respon jika peubah penduga bernilai nol
c. Nilai 0.157 0.216 0.0107 dan 0.0960 adalah nilai yang akan berubah pada nilai respon untuk setiap perubahan nilai penduga sebesar satu satuan.

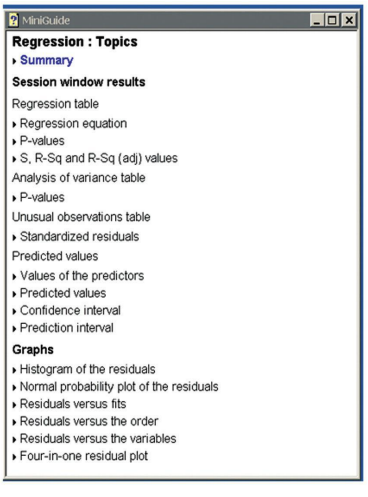
Bentuk	Persamaan	Regresi
Tipe Model	Order	Model Statistik
Linier	Satu	$Y=b_o+b_1X_1+e$
Kuadratik	Kedua	$Y=b_o+b_1X_1+b_2X^2_1+e$
Kubik	Ketiga	$Y=b_o+b_1X_1+b_2X^2_1+b3X^31+e$

Pemanfaatan Regresi

Jika persamaan regresi telah "baik" berdasarkan pengujian maka dapat digunakan sebagai:

a. Untuk mengetahui perubahan respon jika dilakukan perubahan terhadap nilai penduga.
b. Menduga nilai peubah respon (Y) untuk setiap nilai peubah penduga (X).

Dalam analisis regresi yang dijelaskan dalam fasilitas bantuan (*HELP*) di Program Minitab pembaca perlu memperhatikan komponen-komponen dari

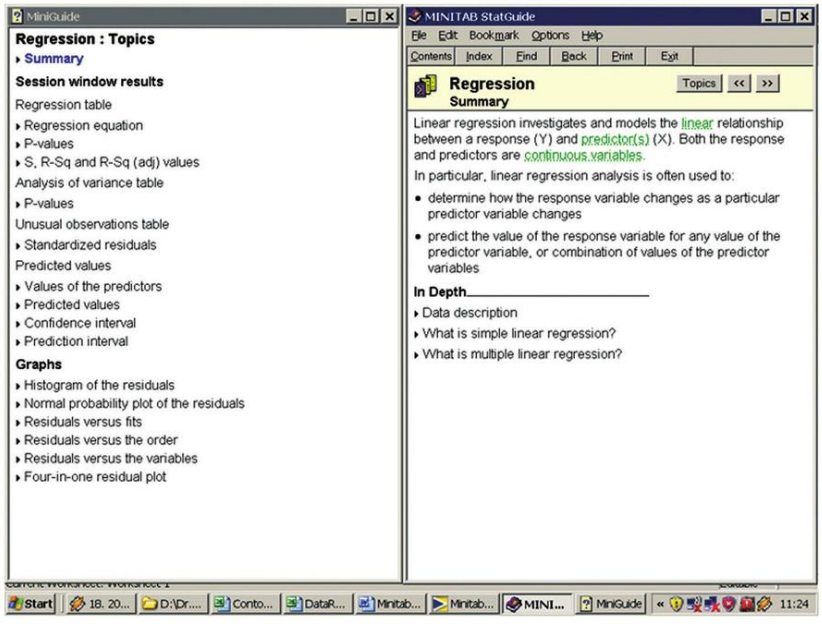


1. Tabel Regresi (*Regression Tabel*)
2. Tabel Analisis Ragam (*Analysis of Variance Table*)
3. Tabel Pengamatan Tak Umum (*Unusual Obserbation Table*)
4. Nilai Prediksi (*Predicted Values*)
5. Grafik (*Graph*)

Penjelasan komponen dari lima hal diatas akan dijelaskan seiring dengan bagian dari fasilitas **Mini Guide** dari **Regression**

Untuk mengakses fasilitas tersebut pembaca dapat melakukan langkah sebagai berikut:
1. Klik menu **Help** ▶ **Stat Guide**
2. Dalam Minitab StatGuide Klik **Contents** kemudian **Regression**
3. Klik dua kali **Regression** pada Tanda Buku kemudian arahkan mouse ke sub judul**? Regression** kemudian klik tombol **Display**

Hasil ketiga langkah ini disajikan seperti pada Gambar berikut:



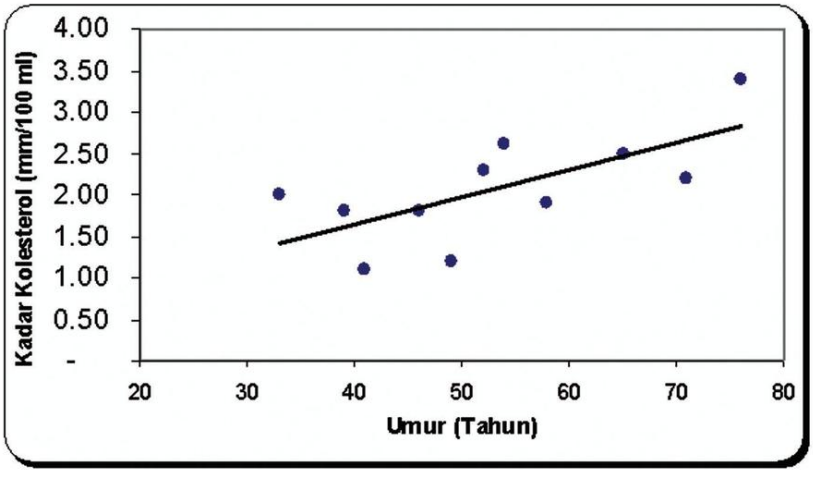
9.4. Penyelesaian Secara Manual

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 9.1 Bagaimana perhitungan nilai-nilai untuk:

a. Bo?
b. B1
c. Y
d. Model Regresi
e. Nilai R^2 dan R
f. Se untuk Bo dan B1?
g. Selang kepercayaan untuk CI dan PI?

Berdasarkan data yang tersaji di Tabel 9.1 yang menyajikan bahan regresi sederhana dapat dilakukan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai dari komponen-komponen dalam persamaan regresi dengan mengikuti algoritma di Gambar 9.2 dengan tahapan sebagai berikut:

1. Plot data Tabel 9.1 dengan umur pada sumbu X dan kadar kolesterol pada sumbu Y seperti Gambar berikut ini.



Komentar : Berdasarkan plotting data tampak bahwa ada kecenderungan semakin bertambah umur maka kada kolesterol juga bertambah.

2. Hitung semua komponen untuk membangun model regresi.

Umur	Kadar Kolesterol				
46	1.80		53.1	R^2	0.467
52	2.30		2.07	r	0.68
39	1.80		584	s	
65	2.50		22.8	$Se(b_0)$	
54	2.60		32834	$Se(b_1)$	
33	2.00		51.44	Uji t	
49	1.20		1270.2		
76	3.40	Sxx	1828.9		
71	2.20	Sxy	59.73		
41	1.10	b_0	0.336		
58	1.90	b_1	0.03266		
Persamaan Regresi Confidence Interval			Y = 0.33892 + 0.032657X (CI)Prediction Interval (PI)		

3. Lanjutkan perhitungan untuk mendapakan nilai dalam analisis ragam

Sumber	JK	DB	KT	F Hitung	Ftabel
JKR	1.950533	1	1.950533	7.86757	5.12
JKG	2.231285	9	0.247921		(P0.05)
JKT	4.181818	10			
		Ragam	0.247921		

Berdasarkan hasil perhitungan tampak bahwa nilai F hitung adalah 7.86 sedangkan nilai dari F Tabel pada tingkat kepercayaan 95% hanya 5.12 ($F_{tabel\ (a=0.05)}$ = 5.12) maka ini berarti H_o untuk data tersebut ditolak.

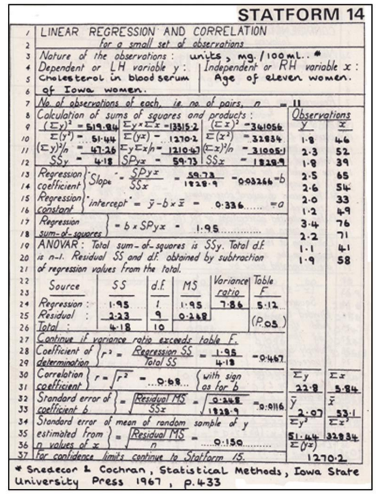
Implikasi dengan penolakan H_o atau diterima H_1 maka berarti model regresi tersebut dapat digunakan sebagai alat prediksi dengan kemampuan menjelaskan sekitar 68% (r=0.68) terhadap data dan selang kepercayaan XX£y£ XX.

Komentar:

1. Untuk melakukan perhitungan manual pembaca dapat menggunakan daftar per-samaan yang disajikan pada Tabel 9.2 atau membuat tabel perhitungan seperti gambar berikut ini.
2. Berarti dengan penggunaan bilangan penting karena mempengaruhi hasil akhir perhitungan. Sebaiknya dalam proses perhitungan manual

gunakan semua angka di belakang koma kecuali pada hasil perhitungan akhir hanya menggunakan dua angka di belakang koma.

Dapat dibayangkan oleh pembaca jika menerima sejumlah lembaran data yang harus dihitung secara manual maka anda akan memerlukan waktu dan tenaga yang cukup banyak. Kondisi ini dapat teratasi dengan bantuan program Minitab yang melakukan perhitungan secara otomatis.


STATFORM 14

LINEAR REGRESSION AND CORRELATION
for a small set of observations

Nature of the observations : units, mg./100 mL. of
Dependent or LH variable y : Cholesterol in blood serum
Independent or RH variable x : Age of eleven women.

No. of observations of each, i.e. no of pairs, n = 11

Calculation of sums of squares and products :

			Observations y	Observations x
$(\Sigma y)^2 = 519.84$	$\Sigma y \times \Sigma x = 13515.2$	$(\Sigma x)^2 = 361056$	1.8	46
$\Sigma(y^2) = 51.46$	$\Sigma(yx) = 12702$	$\Sigma(x^2) = 32834$	2.3	52
$(\Sigma y)^2/n = 47.26$	$\Sigma y \Sigma x/n = 12104.5$	$(\Sigma x)^2/n = 31005.1$	1.8	39
$SSy = 4.18$	$SPyx = 59.73$	$SSx = 1828.9$	2.5	65
Regression coefficient: Slope $= \frac{SPyx}{SSx} = \frac{59.73}{1828.9} = 0.03266 = b$			2.6	54
Regression constant: Intercept $= \bar{y} - b \times \bar{x} = 0.336 \ldots = a$			2.0	33
Regression sum-of-squares $= b \times SPyx = 1.95$			1.2	49
			3.4	76
			2.2	71
			1.1	41
			1.9	58

ANOVA: Total sum-of-squares is SSy. Total d.f. is n-1. Residual SS and d.f. obtained by subtraction of regression values from the total.

Source	SS	d.f.	MS	Variance ratio	Table F
Regression :	1.95	1	1.95	7.86	5.12
Residual :	2.23	9	0.248		(P 0.05)
Total :	4.18	10			

Continue if variance ratio exceeds table F.

Coefficient of determination: $r^2 = \frac{\text{Regression SS}}{\text{Total SS}} = \frac{1.95}{4.18} = 0.467$

Correlation coefficient: $r = \sqrt{r^2} = 0.68 \ldots$ (with sign as for b)

Standard error of coefficient b: $= \sqrt{\frac{\text{Residual MS}}{SSx}} = \sqrt{\frac{0.248}{1828.9}} = 0.0116$

Standard error of mean of random sample of y estimated from n values of x: $= \sqrt{\frac{\text{Residual MS}}{n}} = 0.150 \ldots$

For confidence limits continue to Statform 15.

Σy	Σx
22.9	594
$\bar{y}$	$\bar{x}$
2.07	53.1
Σy^2	Σx^2
51.44	32834
$\Sigma(yx)$	
1270.2	

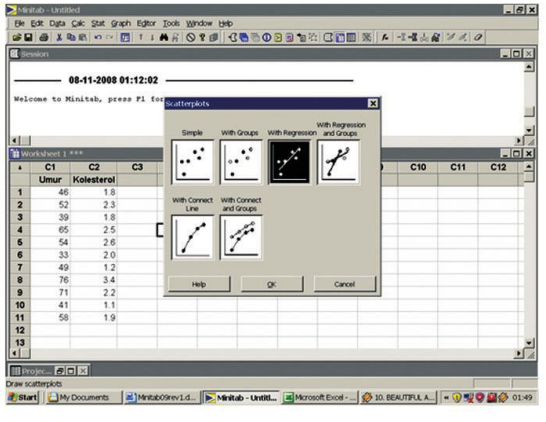
* Snedecor & Cochran, Statistical Methods, Iowa State University Press 1967, p.433

9.5. Pendayagunaan Minitab 15.1

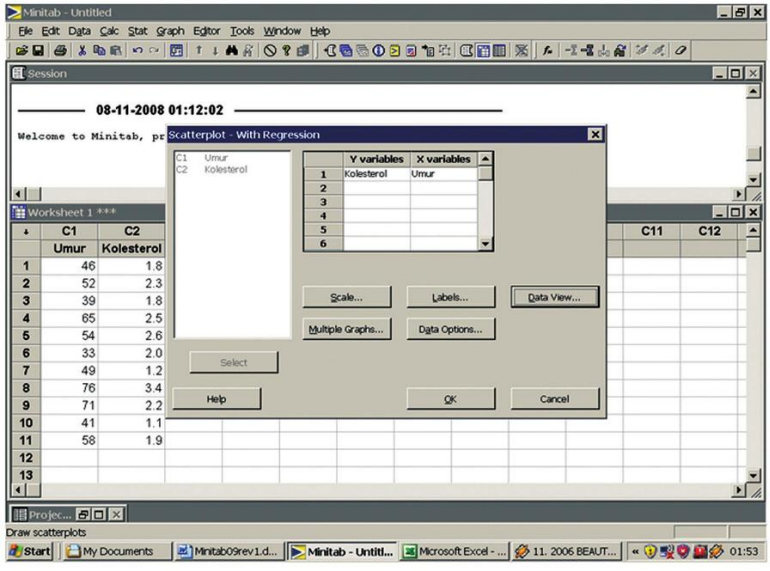
9.5.1. Regresi Tunggal

Data yang tersaji pada Tabel 9.1 merupakan komponen untuk regresi tunggal atau sederhana karena hanya satu peubah bebas (X) untuk satu peubah tak bebas (Y). Langkah-langkah perhitungan analisis regresi tunggal dengan Minitab dilakukan sebagai berikut:

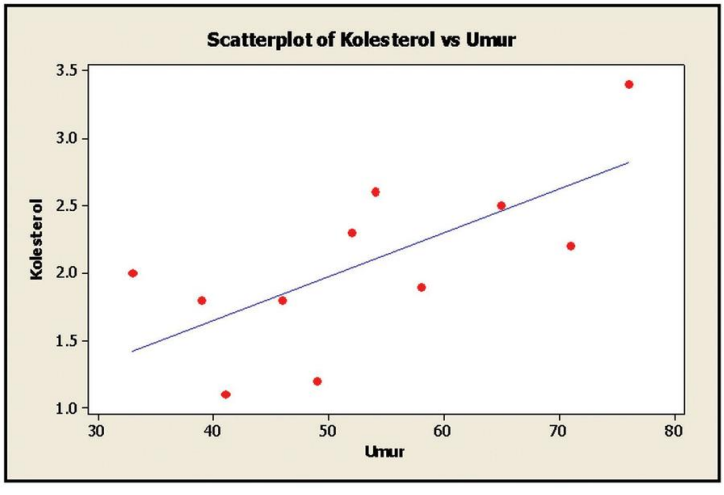
Langkah 1. Pembuatan Plot dilakukan dengan cara mengklik menu **Graph ▶Scatterplot** sampai terbuka kotak dialognya kemudian pilih **With Regression** seperti gambar dan klik tombol **OK**.



Langkah 2. Pada kotak dialog **Scatterplot-With Regression** isi kolom **Y variables** dengan data **C2 Kolesterol** dengan cara menyorotnya menggunakan mouse kemudian klik tombol **Select**. Hal yang sama dilakukan untuk kolom **X variables** yang diisi dengan data **Umur**. Klik **OK** untuk menjalankan proses program plotting. Hasil akhirnya seperti pada Gambar berikut ini:

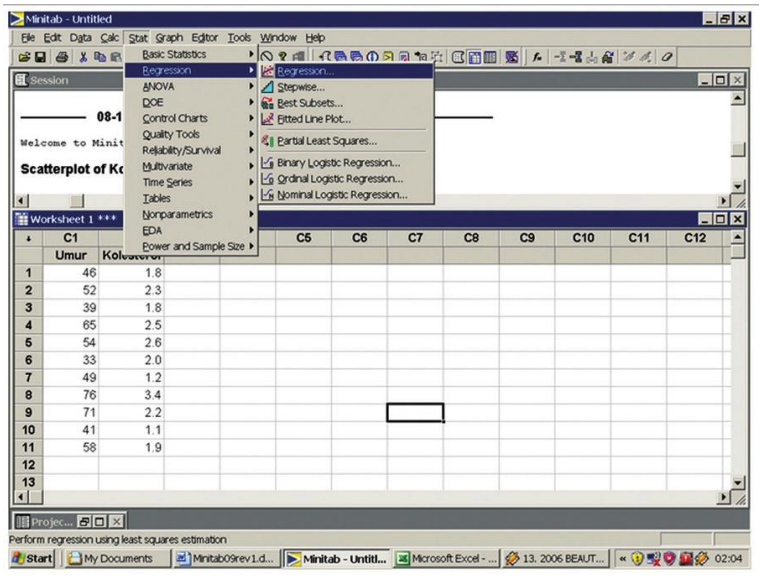


Langkah 3. Jika Langkah 1 dan 2 berhasil dilaksanakan maka data diplot seperti gambar berikut ini.

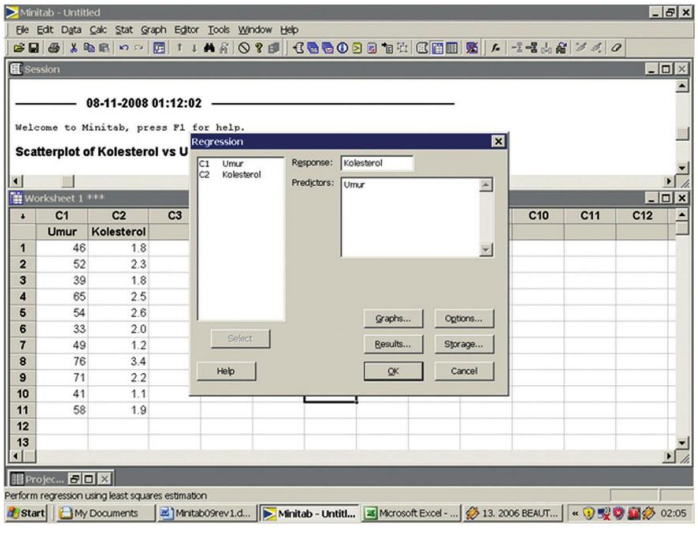


Komentar: untuk memasukkan gambar hasil plot ke dalam program microsoft office untuk pembuatan laporan pembaca hanya menggunakan prinsip Copy-Paste (Ctrl C pada gambar di Minitab kemudian Ctrl V di program target).

Langkah 4. Perhitungan sta-tistik dengan Minitab dilakukan dengan mengklik menu Stat ▶Regression▶Regression seperti dua Gambar berikut.

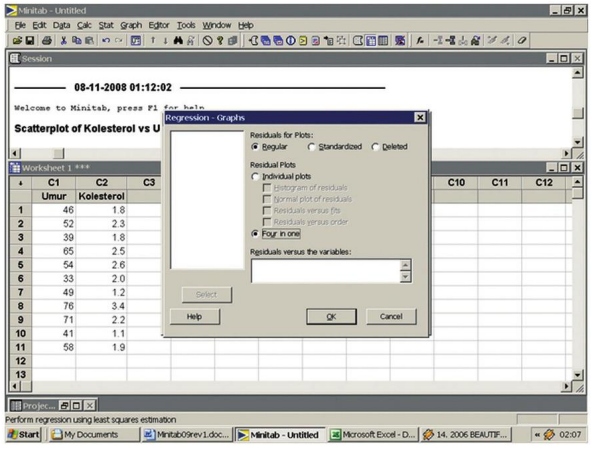


Pada kotak dialog **Regression** kolom Response: diisi dengan **Kolesterol** dan **Prediction**: diisi dengan umur seperti Gambar berikut:

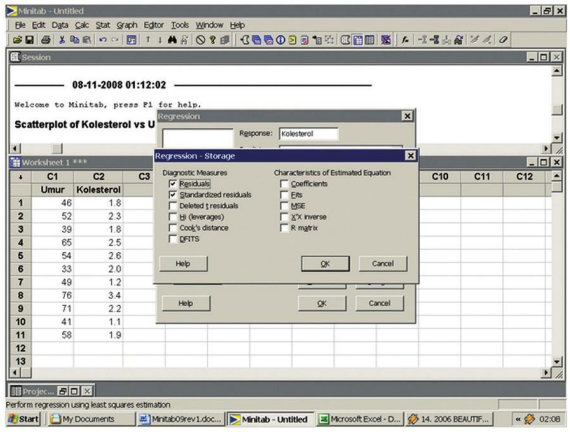


Komentar : Pada kotak dialog Regression tampak tombol **Graph**, **Option**, **Results**, dan **Storage** yang digunakan untuk menggali lebih banyak informasi statistik.

Langkah 5. Pembuatan Plot Sisaan dilakukan dengan cara mengklik tombol **Graph** sehingga tampil kotak dialog **Regrssion-Graph**, kemudian klik lagi pilihan **Four in one** untuk membuat empat grafik dalam satu gambar. Klik tombol **OK**.

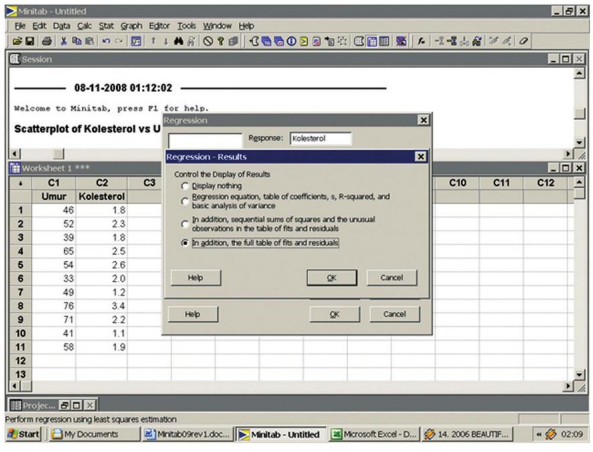


Langkah 6. Klik tombol **Storage** untuk membuka kotak dialog **Regression-Storage**, kemudian pilih dengan cara mengklik **Residual** dan **Standardized residuals**. Pilihan ini



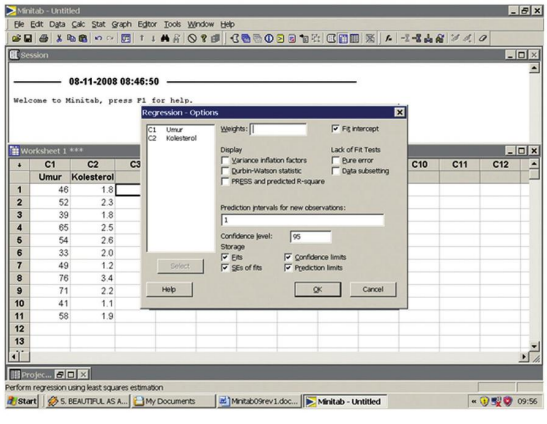
Setelah selesai Klik OK.

Langkah 7. Untuk tentukan tampilan dari hasil perhitungan Minitab, maka anda perlu mengklik tombol **Results** sehingga tampil kotak dialognya, kemudian pilih **In addition, the full table of fits and residuals** seperti pada Gambar berikut:

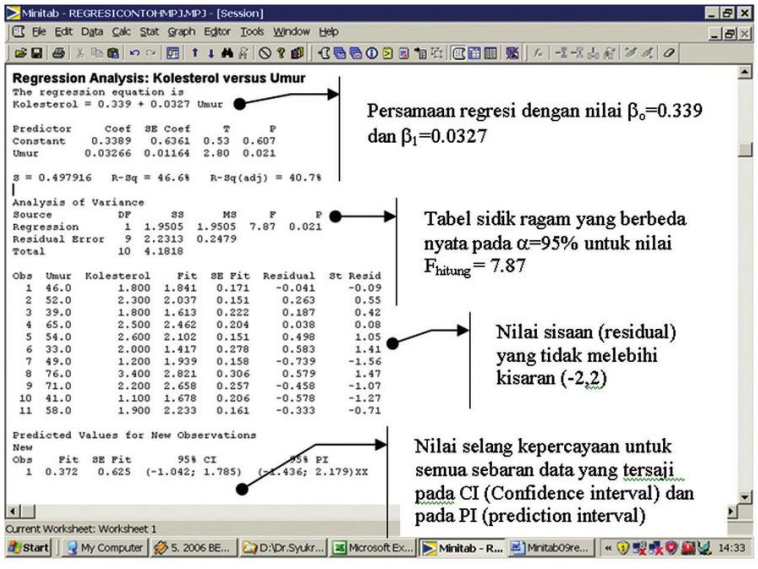


Setelah selesai Klik OK.

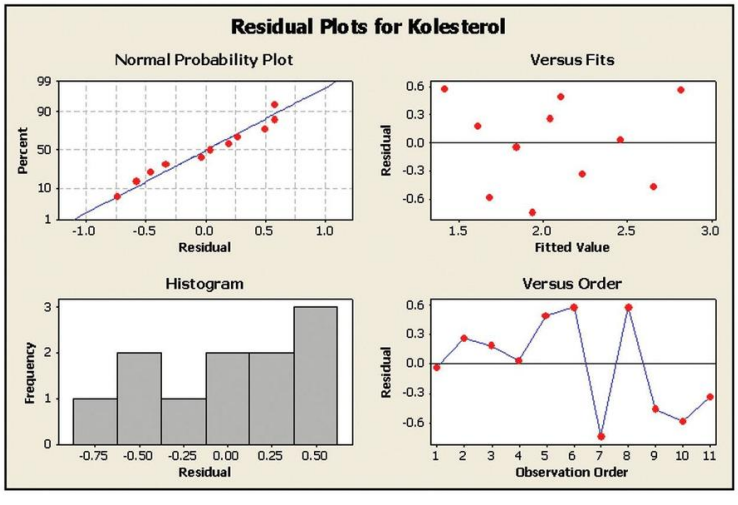
Langkah 8. Untuk mencari nilai CI dan PI, maka klik tombol Option dan ketik angka 1 pada kolom **Prediction intervals for new observations**, kemudian klik juga **Fits**, **SEs of fits**, **Confidence limits**, dan **Prediction limits**, **Prediction limits**, serta tetap mempertahankan **Confidence level** pada nilai **95** seperti pada Gambar berikut ini.



Setelah selesai Klik **OK** pada semua kotak dialog sampai keluar hasil perhitungannya yang disajikan seperti berikut ini:



Tampilan hasil perhitungan Minitab untuk plot (Four-in-one residual plot) disajikan seperti gambar berikut ini:



Komentar untuk : **Four-in-one residual plot**
Plot dengan cara menggabungkan empat plot sisaan dalam satu gambar disebut **The four-in-one residual plot.** Desain ini sangat berguna untuk menentukan apakah model anda telah memenuhi asumsi-asumsi analisis. Plot sisaan terdiri dari:

Histogram – mengindikasikan apakah data memiliki kecondongan (***skewed***) atau terdapat pencilan (*outlier*).

Normal probability plot – mengindikasikan apakah data tersebar normal, peubah lain mempengaruhi respon (Y) atau terdapat pencilan pada data.
Residuals versus fitted values – mengindikasikan apakah ragam konstan, terjadi pola hubungan tidak linier (nonlinear relationship), atau terdapat pencilan pada data.

Residuals versus order of the data-mengindikasikan apakah ada pengaruh sistemik pada data karena waktu atau urutan pengambilan data.

9.6. Contoh Soal dan Solusi

9.6.1. Contoh Soal dan Solusi Ke 1

Pada contoh kasus dan solusi ke 1 dari Bab Regresi dan Korelasi ini, disajikan data Curah Hujan (mm) di 27 stasiun cuaca wilayah Bangladesh dengan memperhatikan posisi lintang (*Latitude*) dan bujur (*longitude*), serta ketinggian (*Elevation*, m) yang disajikan di Tabel 9.6.1.

Tabel 9.6.1 Data curah hujan di wilayah Bangladesh

No	Station	Lintang X1	Bujur X2	Ketinggian (m) X3	Curah Hujan (mm) Y
1	Bhola	2 241	9 039	5.5	6.40
2	Brahmanbaria	2359	9 107	9.1	77.22
3	Bogra	2 451	8 922	19.1	76.53
4	Barisal	2 242	9 019	3.6	84.64
5	Chandpur	2 316	9 042	6.7	65.90
6	Cox Basar	2 127	9 157	3.7	152.60
7	Chittagong	2 221	9 149	34.1	107.66
8	Comilla	2 328	9 111	8.8	101.91
9	Dacca	2 346	9 023	8.5	82.66
10	Dinajpur	2 538	8 838	37.5	58.27
11	Faridpur	2 337	8 951	8.5	77.69
12	Ishurdi	2 409	8 903	15.5	69.05
13	Jessare	2 311	8 913	7.0	62.77
14	Khulna	2 248	8 935	4.8	72.30
15	Kaptai	2 229	9 215	31.6	110.95
16	Mymensingh	2 446	9 024	18.9	85.84
17	Maijdi Court	2 252	9 106	10.4	124.17
18	Narajanganj	2 339	9 010	5.9	79.67
19	Pabna	2 401	8 914	14.5	61.14
20	Rajshahi	2 423	8 836	22.7	56.50
21	Rangpur	2 545	8 915	31.5	83.66
22	Rangamati	2 240	9 212	63.0	101.34
23	Sandwip	2 229	9 126	8.0	151.88
24	Sylhet	2 454	9 135	35.1	164.45
25	Srimangul	2 418	9 144	23.0	99.78
26	Sirajganj	2 428	8 943	11.9	72.32
27	Satkhira	2 242	8 904	8.9	69.49

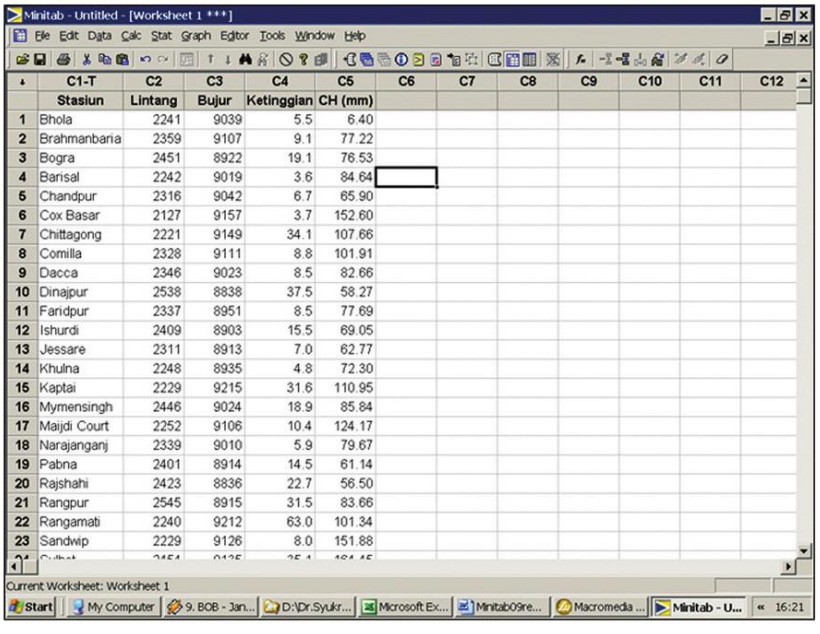
Sumber data WMO, 1982.

Berdasarkan data tersebut maka sebagai peneliti, anda diminta menggali informasi statistik untuk pemirsa lain dengan menggunakan teknik analisis statistika. Paling tidak anda mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

a. Bagaimana model regresi?
b. Koefisien korelasi dan determinannya?
c. Apakah model regresi ini mampu menjawab hipotesis bahwa Ho: y = 0
d. Apakah model ini dapat digunakan sebagai alat prediksi?

Untuk menjawab masalah ini maka kita langsung menggunakan program Minitab dengan mengikuti tahapan-tahapan berikut ini:

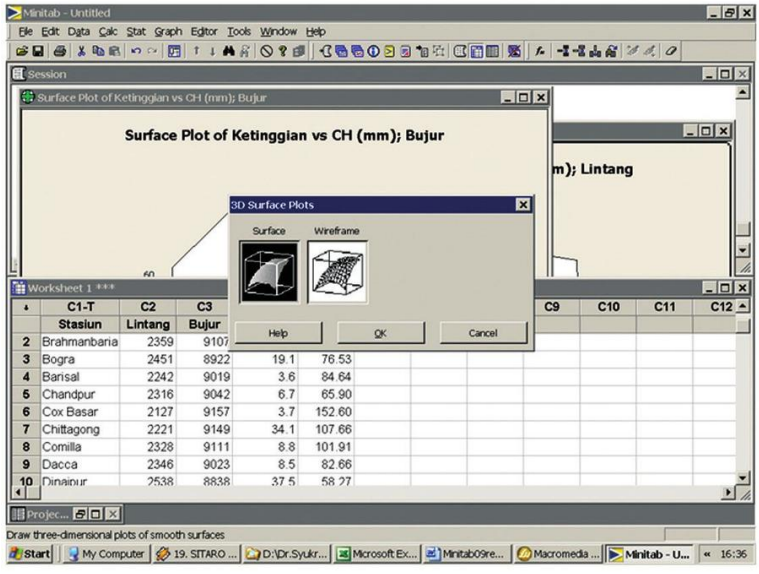
Langkah 1. Pengisian data di Minitab



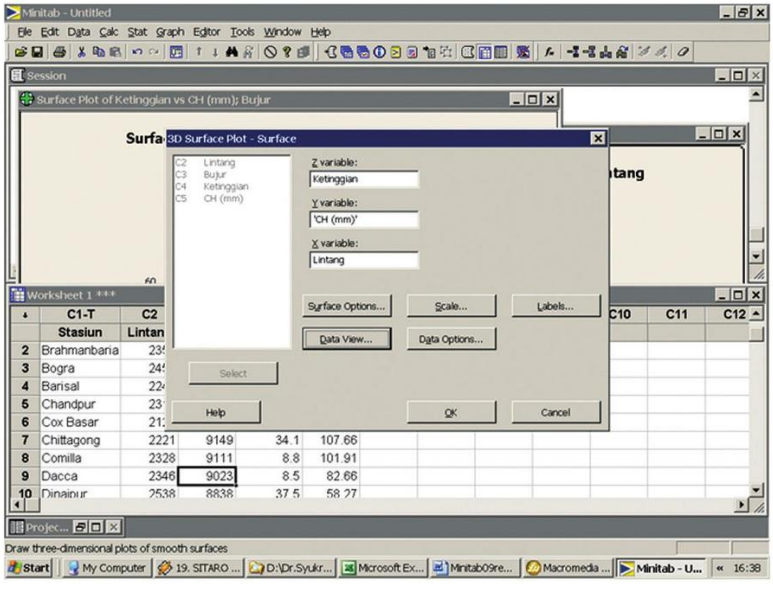
	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Stasiun	Lintang	Bujur	Ketinggian	CH (mm)							
1	Bhola	2241	9039	5.5	6.40							
2	Brahmanbaria	2359	9107	9.1	77.22							
3	Bogra	2451	8922	19.1	76.53							
4	Barisal	2242	9019	3.6	84.64							
5	Chandpur	2316	9042	6.7	65.90							
6	Cox Basar	2127	9157	3.7	152.60							
7	Chittagong	2221	9149	34.1	107.66							
8	Comilla	2328	9111	8.8	101.91							
9	Dacca	2346	9023	8.5	82.66							
10	Dinajpur	2538	8838	37.5	58.27							
11	Faridpur	2337	8951	8.5	77.69							
12	Ishurdi	2409	8903	15.5	69.05							
13	Jessare	2311	8913	7.0	62.77							
14	Khulna	2248	8935	4.8	72.30							
15	Kaptai	2229	9215	31.6	110.95							
16	Mymensingh	2446	9024	18.9	85.84							
17	Maijdi Court	2252	9106	10.4	124.17							
18	Narajanganj	2339	9010	5.9	79.67							
19	Pabna	2401	8914	14.5	61.14							
20	Rajshahi	2423	8836	22.7	56.50							
21	Rangpur	2545	8915	31.5	83.66							
22	Rangamati	2240	9212	63.0	101.34							
23	Sandwip	2229	9126	8.0	151.88							

Langkah 2. Pembuatan plot data

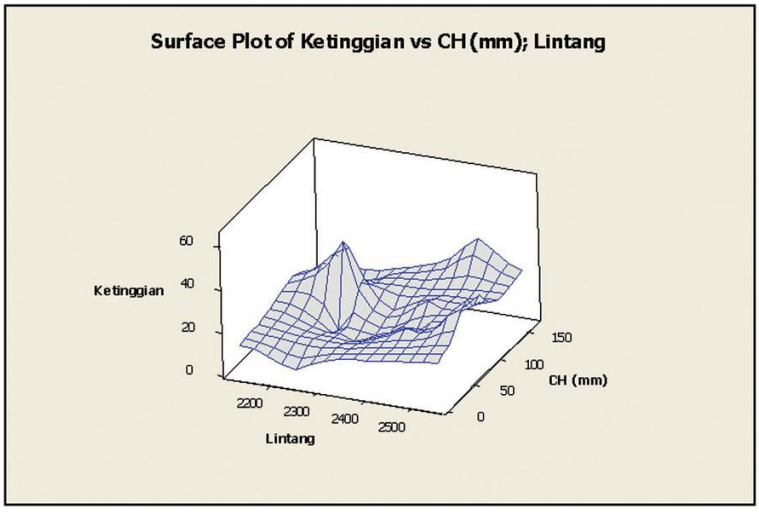
Klik menu **Graph▶3D Surface plot** sehingga muncul kotak dialognya seperti gambar berikut ini:



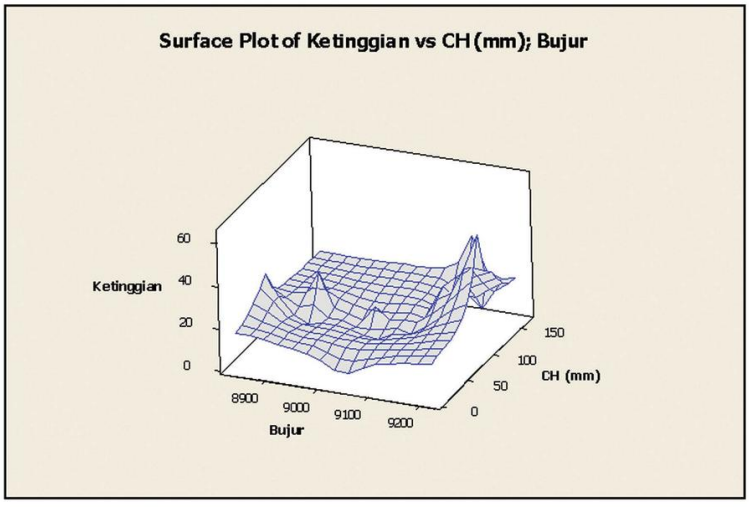
Kemudian pilih **Surface**, kemudian klik **OK**, sehingga tampil gambar berikut ini.



Pada kotak dialog **3D Surface Plot- Surface,** diisi kotak ***Z variable*** dengan **Ketinggian**, kotak ***Y variable*** dengan **CH (mm),** dan ***X variable*** dengan **Lintang** sehingga tampak gambar sebagai berikut:



Pada kotak dialog **3D Surface Plot- Surface,** diisi kotak Z variable dengan **Ketinggian**, kotak ***Y variable*** dengan **CH (mm),** dan X variable dengan **Bujur** sehingga tampak gambar sebagai berikut:

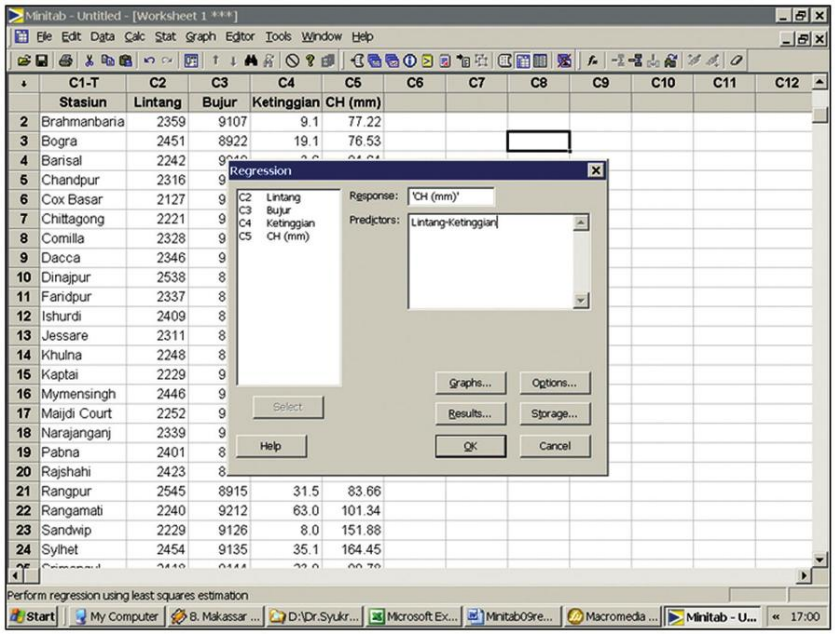


Komentar:

1. Pembuatan plot sebaiknya menggunakan tiga dimensi untuk mempermudah visualisasi data.
2. Berdasarkan plotting data tiga dimensi dengan menggunakan kombinasi X,Y,Z untuk (Bujur, CH(mm), Ketinggian) dan (Lintang, CH(mm), Ketinggian), maka gambar berkombinasi yang menggunakan peubah Bujur, tampak wilayah yang menerima curah hujan lebih merata daripada gambar yang menggunakan peubah lintang.

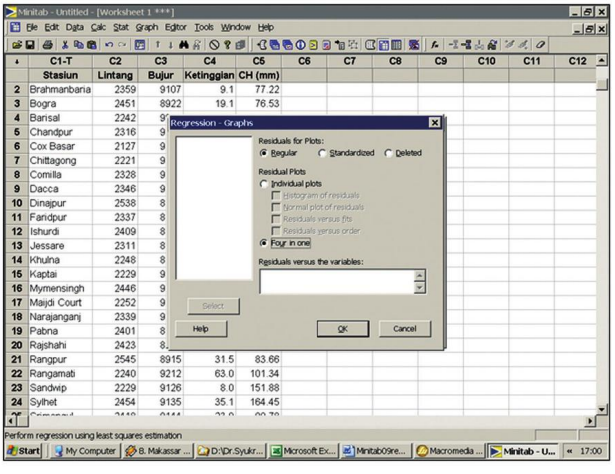
Langkah 3. Analisis Regresi. Untuk melakukan analisis regresi, langkah yang harus dilakukan adalah mengklik menu **Stat**º% **Regression**º% **Regression** sehingga tampak kotak dialog Regression seperti gambar berikut ini.

Pada kotak dialog tersebut, diisi **CH(mm)** pada kolom **Response,** dan **Lintang-Ketinggian** di kolom **Predictors**. Kemudian dayagunakan tombol Graph..., Results...,Options, dan Storage, untuk mendapatkan informasi statistika yang lebih banyak.

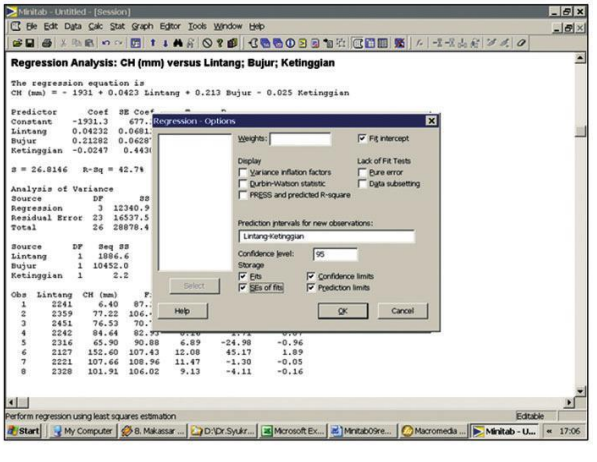


	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Stasiun	Lintang	Bujur	Ketinggian	CH (mm)							
2	Brahmanbaria	2359	9107	9.1	77.22							
3	Bogra	2451	8922	19.1	76.53							
4	Barisal	2242	9									
5	Chandpur	2316	9									
6	Cox Basar	2127	9									
7	Chittagong	2221	9									
8	Comilla	2328	9									
9	Dacca	2346	9									
10	Dinajpur	2538	8									
11	Faridpur	2337	8									
12	Ishurdi	2409	8									
13	Jessare	2311	8									
14	Khulna	2248	8									
15	Kaptai	2229	9									
16	Mymensingh	2446	9									
17	Maijdi Court	2252	9									
18	Narajanganj	2339	9									
19	Pabna	2401	8									
20	Rajshahi	2423	8									
21	Rangpur	2545	8915	31.5	83.66							
22	Rangamati	2240	9212	63.0	101.34							
23	Sandwip	2229	9126	8.0	151.88							
24	Sylhet	2454	9135	35.1	164.45							

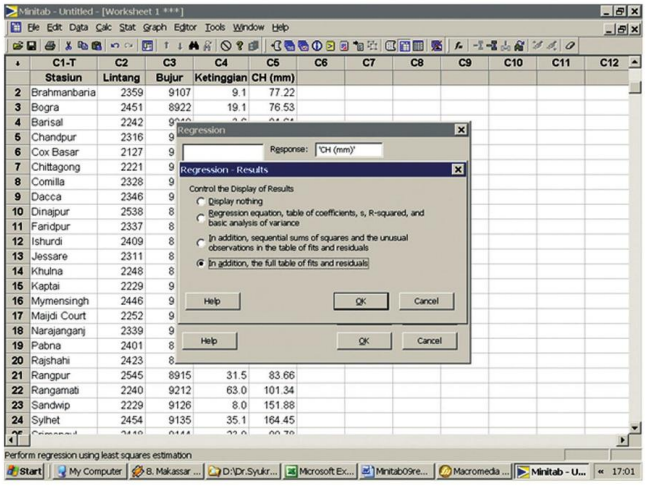
Langkah 4. Jika diklik tombol Graph pada kotak dialog Regression maka tampil kotak dialog Regression-Graph kemudian pilih Regular dan Four in One dengan mengklik lingkaran putih didepan tulisan tersebut sehingga tampak seperti gambar berikut ini.



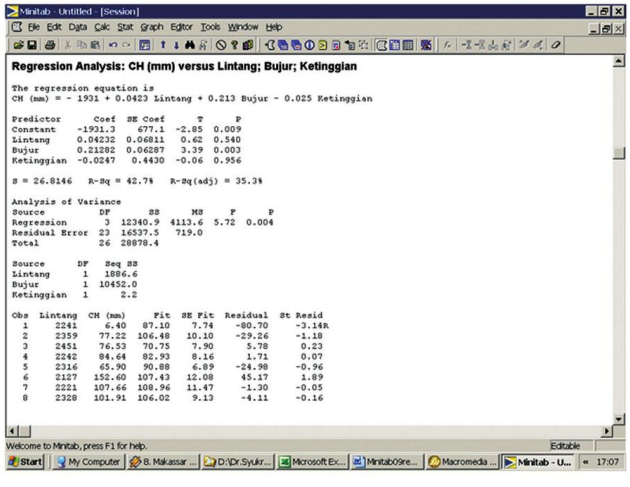
Kemudian Klik **OK** untuk perpindah kotak dialog Regression
Langkah 5. Klik **Option** untuk mengisi kolom **Prediction intervals for new observations** dengan Lintang-Ketinggian, kemudian klik **Confidence limits** dan **Prediction Limits**, **Fit**s, dan **SEs of Fits** sehingga tampak seperti gambar berikut ini.



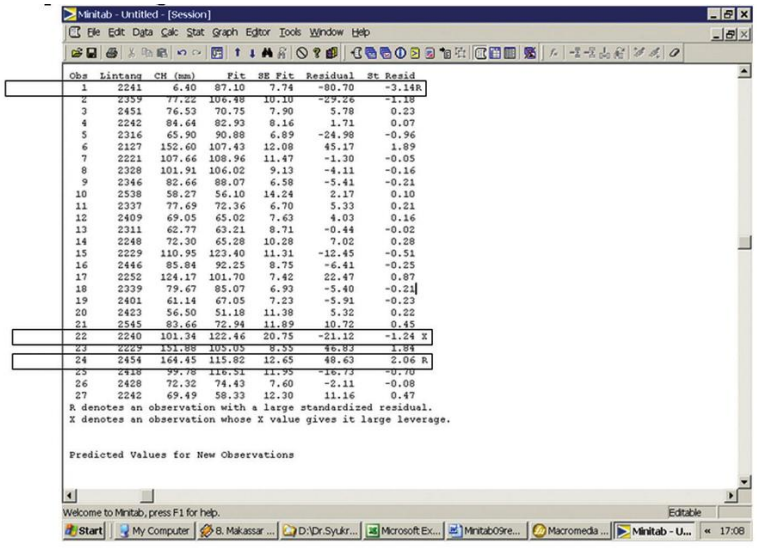
Kemudian Klik **OK** untuk perpindah ke kotak dialog Regression.
Langkah 6. Untuk kotak dialog **Regression-Results**, pilih **In addition, the full table of fits and residuals** yang akan menyajikan hasil tabel sidik ragam regresi dan daftar sisaannya. Kotak dialognya disajikan seperti gambar berikut.



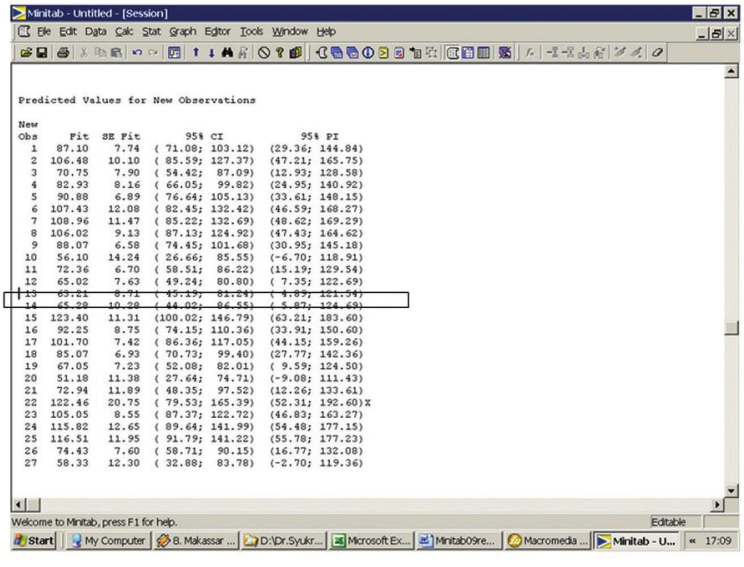
Kemudian Klik **OK** untuk perpindah ke kotak dialog Regression.
Klik **OK** sekali lagi di kotak dialog Regression sehingga tampak hasil perhitungan sebagai berikut.



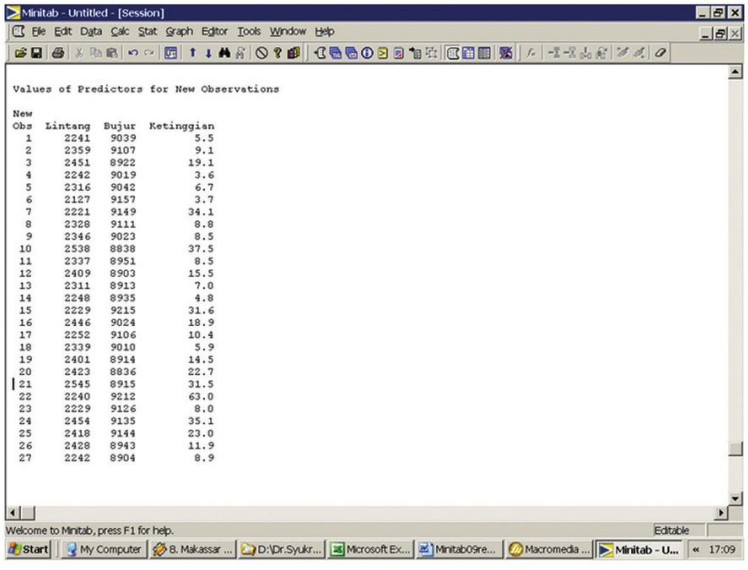
Lanjutankan melihat hasil perhitungan dengan menggunakan scroll bar sampai terlihat gambar berikut ini.



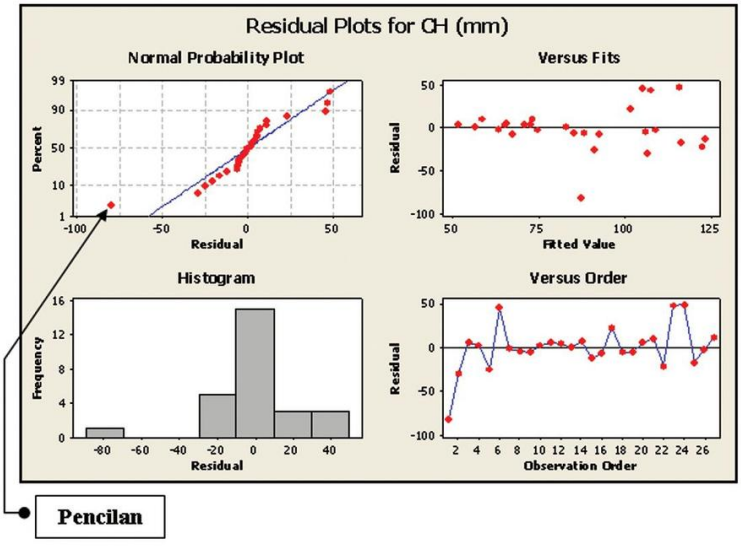
Demikian juga halnya dengan gambar berikut ini.



Lanjutan untuk nilai-nilai baru bagi penduga (predictor, Y) dari pengamatan baru (X).



Plot sisaan disajikan pada gambar berikut ini.

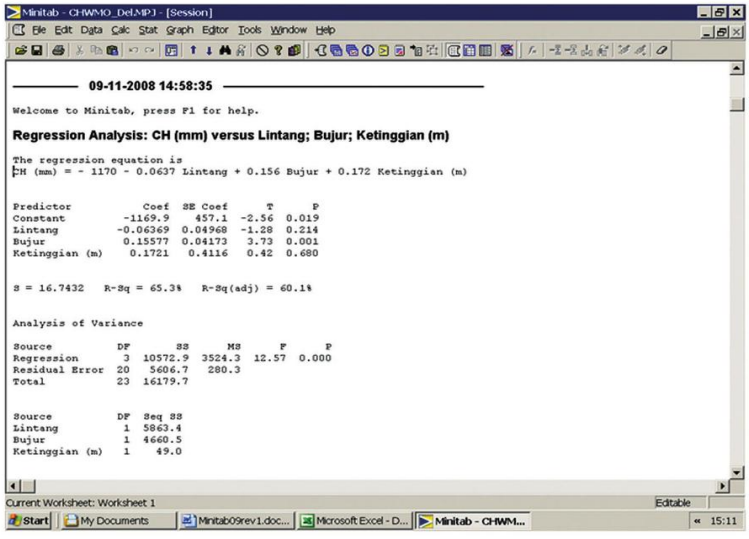


Komentar:
Berdasarkan proses perhitungan diatas maka dapat dibuat beberapa catatan penting sebagai komentar penulis:

1. Komponen dari model regresi telah diperoleh dengan masing msing nilai sebagai berikut:
   a. b_0= -1931
   b. b_1= 0.0423
   c. b_2= 0.213
   d. b_3= -0.025
2. Nilai R^2 = 43.7% atau nilai r = 0.66 yang berarti 66% data dari ketiga persamaan ini dapat menjelaskan pola data tersebut.
3. Model juga telah dapat digunakan sebagai alat prediksi karena berbeda nyata pada tingkat kepercayaan (a=95%) dengan nilai Fhitung = 5.72 (Nilai P=0.004).
4. Kendati model regresi mengindikasi hal-hal yang bagus namun ketika kita memperhatikan deretan sisaan yang bertanda **R** dan **X** dan plot peluang normal (*normal probability plot*) maka tampak data pencilan (outlier).
5. Nilai masing-masing selang kepercayaan untuk **CI (Confidence Interval)** dan PI **(Prediction Interval)** tersaji sebagai deretan dibawah judul "**Predicted Values for New Observations**".
6. Berdasarkan nilai T dan peluangnya yang hanya mencapai P=0.956 yang menunjukkan bahwa data ketinggian tidak berpengaruh nyata pada model pada tingkat kepercayaan a=95%.
7. Untuk menghasilkan model regresi yang lebih "valid" maka dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

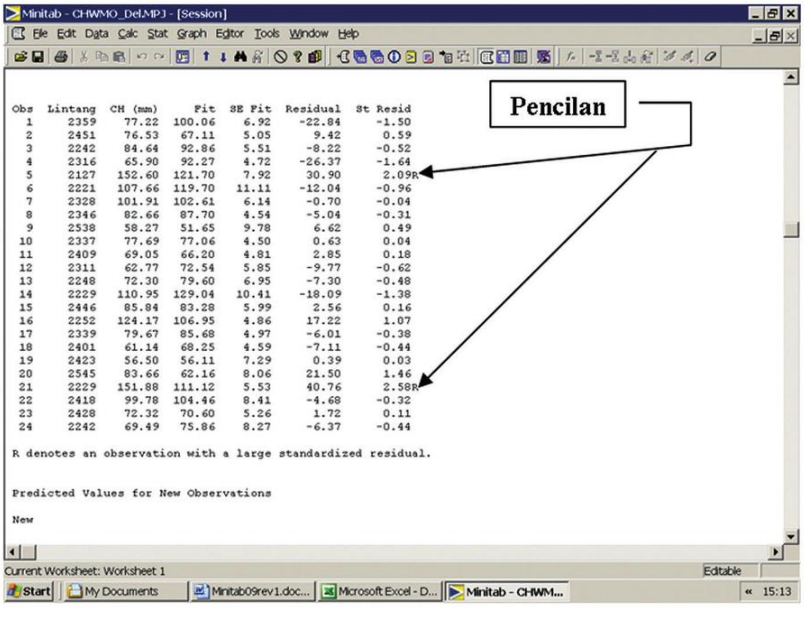
7.1 menghilangkan nilai-nilai pencilan bertanda R dan X yang berada baris data no 1, 22, dan 24, kemudian dilakukan proses perhitungan seperti pada langkah 3 dan seterusnya maka akan tampak hasil sebagai berikut untuk:

a. Model Regresi dan komponennya disajikan sebagai berikut.



```
Minitab - CHWMO_Del.MPJ - [Session]
File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help

09-11-2008 14:58:35

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Regression Analysis: CH (mm) versus Lintang; Bujur; Ketinggian (m)

The regression equation is
CH (mm) = - 1170 - 0.0637 Lintang + 0.156 Bujur + 0.172 Ketinggian (m)


Predictor            Coef  SE Coef      T      P
Constant         -1169.9    457.1  -2.56  0.019
Lintang         -0.06369  0.04968  -1.28  0.214
Bujur            0.15577  0.04173   3.73  0.001
Ketinggian (m)    0.1721   0.4116   0.42  0.680


S = 16.7432   R-Sq = 65.3%   R-Sq(adj) = 60.1%


Analysis of Variance

Source          DF       SS      MS      F      P
Regression       3  10572.9  3524.3  12.57  0.000
Residual Error  20   5606.7   280.3
Total           23  16179.7


Source          DF  Seq SS
Lintang          1  5863.4
Bujur            1  4660.5
Ketinggian (m)   1    49.0

Current Worksheet: Worksheet 1
Editable
Start | My Documents | Minitab09rev1.doc... | Microsoft Excel - D... | Minitab - CHWM... | « 15:11
```

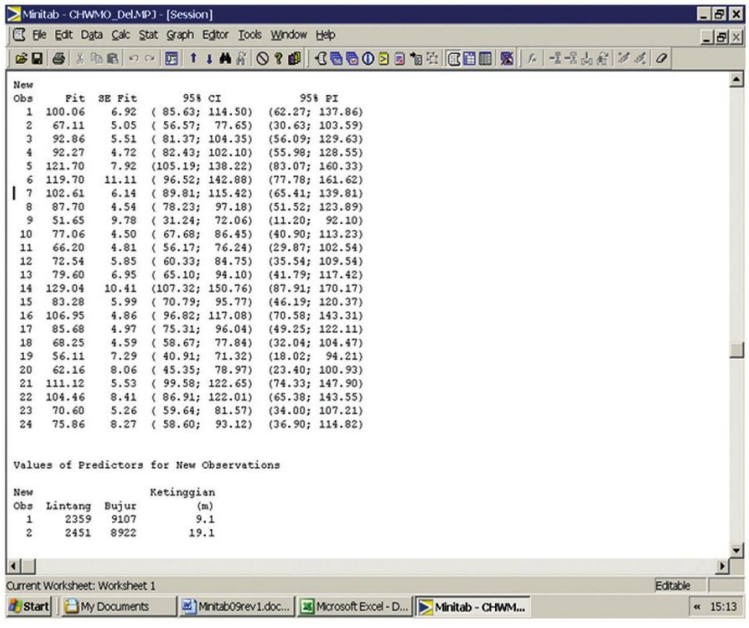
menunjukkan persamaan berubah dan nilai Fhitung juga bertambah.

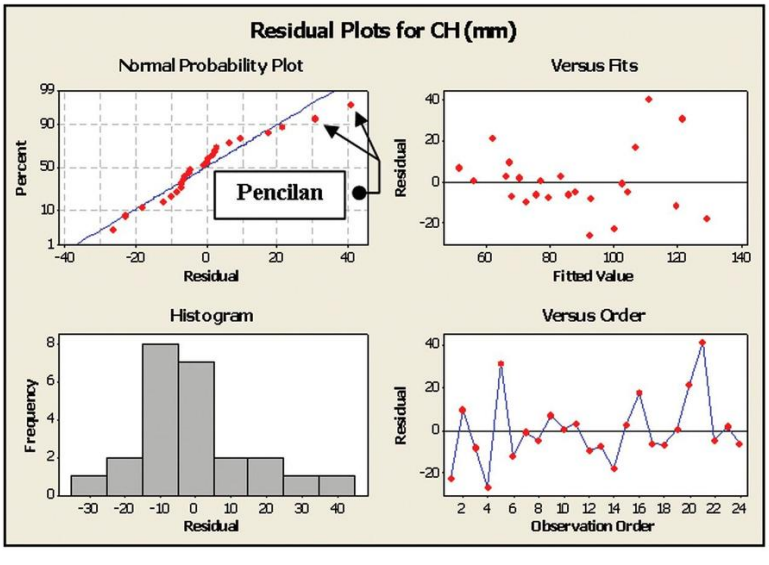


```
Minitab - CHWMO_Del.MPJ - [Session]
File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help

Obs  Lintang  CH (mm)     Fit  SE Fit  Residual  St Resid
  1     2359    77.22  100.06    6.92    -22.84     -1.50
  2     2451    76.53   67.11    5.05      9.42      0.59
  3     2242    84.64   92.86    5.51     -8.22     -0.52
  4     2316    65.90   92.27    4.72    -26.37     -1.64
  5     2127   152.60  121.70    7.92     30.90      2.09R
  6     2221   107.66  119.70   11.11    -12.04     -0.96
  7     2328   101.91  102.61    6.14     -0.70     -0.04
  8     2346    82.66   87.70    4.54     -5.04     -0.31
  9     2538    58.27   51.65    9.78      6.62      0.49
 10     2337    77.69   77.06    4.50      0.63      0.04
 11     2409    69.05   66.20    4.81      2.85      0.18
 12     2311    62.77   72.54    5.85     -9.77     -0.62
 13     2248    72.30   79.60    6.95     -7.30     -0.48
 14     2229   110.95  129.04   10.41    -18.09     -1.38
 15     2446    85.84   83.28    5.99      2.56      0.16
 16     2252   124.17  106.95    4.86     17.22      1.07
 17     2339    79.67   85.68    4.97     -6.01     -0.38
 18     2401    61.14   68.25    4.59     -7.11     -0.44
 19     2423    56.50   56.11    7.29      0.39      0.03
 20     2545    83.66   62.16    8.06     21.50      1.46
 21     2229   151.88  111.12    5.53     40.76      2.58R
 22     2418    99.78  104.46    8.41     -4.68     -0.32
 23     2428    72.32   70.60    5.26      1.72      0.11
 24     2242    69.49   75.86    8.27     -6.37     -0.44

R denotes an observation with a large standardized residual.


Predicted Values for New Observations

New

Current Worksheet: Worksheet 1
Editable
Start | My Documents | Minitab09rev1.doc... | Microsoft Excel - D... | Minitab - CHWM... | « 15:13
```

Pencilan

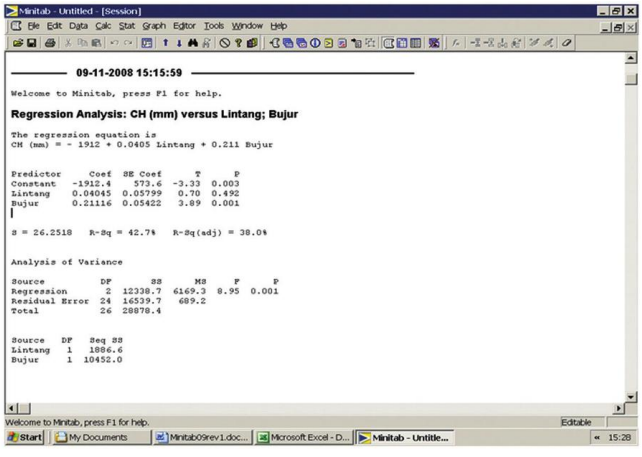
b. Nilai untuk CI dan PI dalam deret **Predicted Values for New Observations**

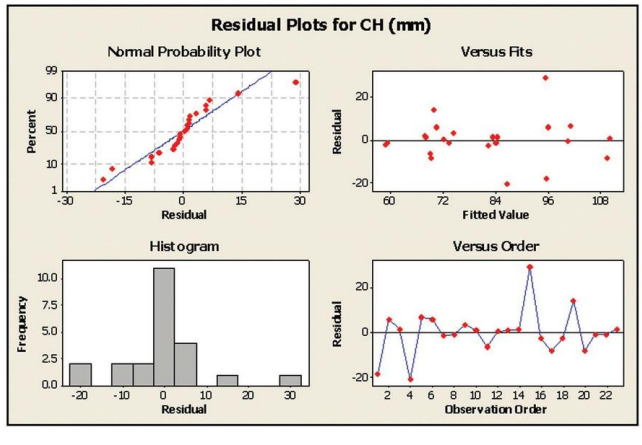




Namun demikian ketika kita memperhatikan plot sisaan dan deret data sisaan maka masih nampak masih ada nilai pencilan (outlier) pada baris data no 5 dan 21. Kondisi ini mengakibatkan kita perlu melakukan lagi penghapusan baris data dan penghitungan ulang. Pembaca dapat mengulangnya sendiri untuk mendapatkan model regresi yang terbebas dari nilai pencilan.

7.2 Menggunakan hanya dua peubah penduga (**predictor** yaitu **lintang** dan **bujur**) karena peubah ketinggian tidak digunakan dengan argumentasi seperti yang dijelaskan pada no 6, maka komponen model regresi hasilnya seperti gambar berikut ini.





Catatan Penting :
Perubahan komponen data baik dalam jalur maupun baris yang dihilangkan, akan juga mengubah nilai dari model regresi dimana terjadi peningkatan nilai R^2, dan r, maupun Nilai Fhitung. Berdasarkan pengalaman menggunakan data iklim, nilai korelasi (r) yang telah mencapai diatas 65% sudah cukup untuk digunakan sebagai model penduga.

9.7 Soal-Soal Latihan

9.7.1. Soal Latihan 1.

Tabel 9.7.1 Data Contoh Ke 1

No. Urut	X	Y
1	295	73
2	339	78
3	343	85
4	344	91
5	357	100
6	359	109
7	368	119
8	395	125
9	414	129
10	406	135
11	385	142
12	394	139
13	404	140
14	420	147
15	446	156

Pada contoh data ini anda diminta untuk menggali informasi lebih banyak terkait dengan model regresi : tentukan model regresinya, analisis sidik ragam, dan nilai Ragam, CI, dan PI.

9.7.2. Soal Latihan 2.

Tabel 9.7.2 Data Contoh Ke 2

Urutan	X	Y
1	0.99	90.01
2	1.02	89.05
3	1.15	91.43
4	1.29	93.74
5	1.46	96.73
6	1.36	94.45
7	0.87	87.59
8	1.23	91.77
9	1.55	99.42
10	1.40	93.65
11	1.19	93.54
12	1.15	92.52
13	0.98	90.56
14	1.01	89.54
15	1.11	89.85
16	1.20	90.39
17	1.26	93.25
18	1.32	93.41
19	1.43	94.98
20	0.95	87.33

Bagaimana model regresi dari data tersebut dan komponen sidik ragamnya.

9.7.3. Soal Latihan 3.

Tabel 9.7.3 Data Contoh Ke-3

No Urut	x	y
1	49	46
2	53	57
3	62	119
4	58	90
5	50	44
6	63	131
7	59	104
8	57	100
9	52	53
10	51	65
11	53	89
12	51	70
13	56	85
14	60	96
15	65	131
16	61	113
17	52	69
18	52	66
19	56	96
20	58	111
21	54	69

Bagaimana model regresi dari data tersebut dan komponen sidik ragamnya, kemudian tentukan standar galatnya.

9.7.4. Soal Latihan 4.

Tabel 9.7.4 Data Contoh Ke 4

Urutan	Y	X1	X2	X3	X4
1	240	25	24	91	100
2	236	31	21	90	95
3	270	45	24	88	110
4	274	60	25	87	88
5	301	65	25	91	94
6	316	72	26	94	99
7	300	80	25	87	97
8	296	84	25	86	96
9	267	75	24	88	110
10	276	60	25	91	105
11	288	50	25	90	100
12	261	38	23	89	98

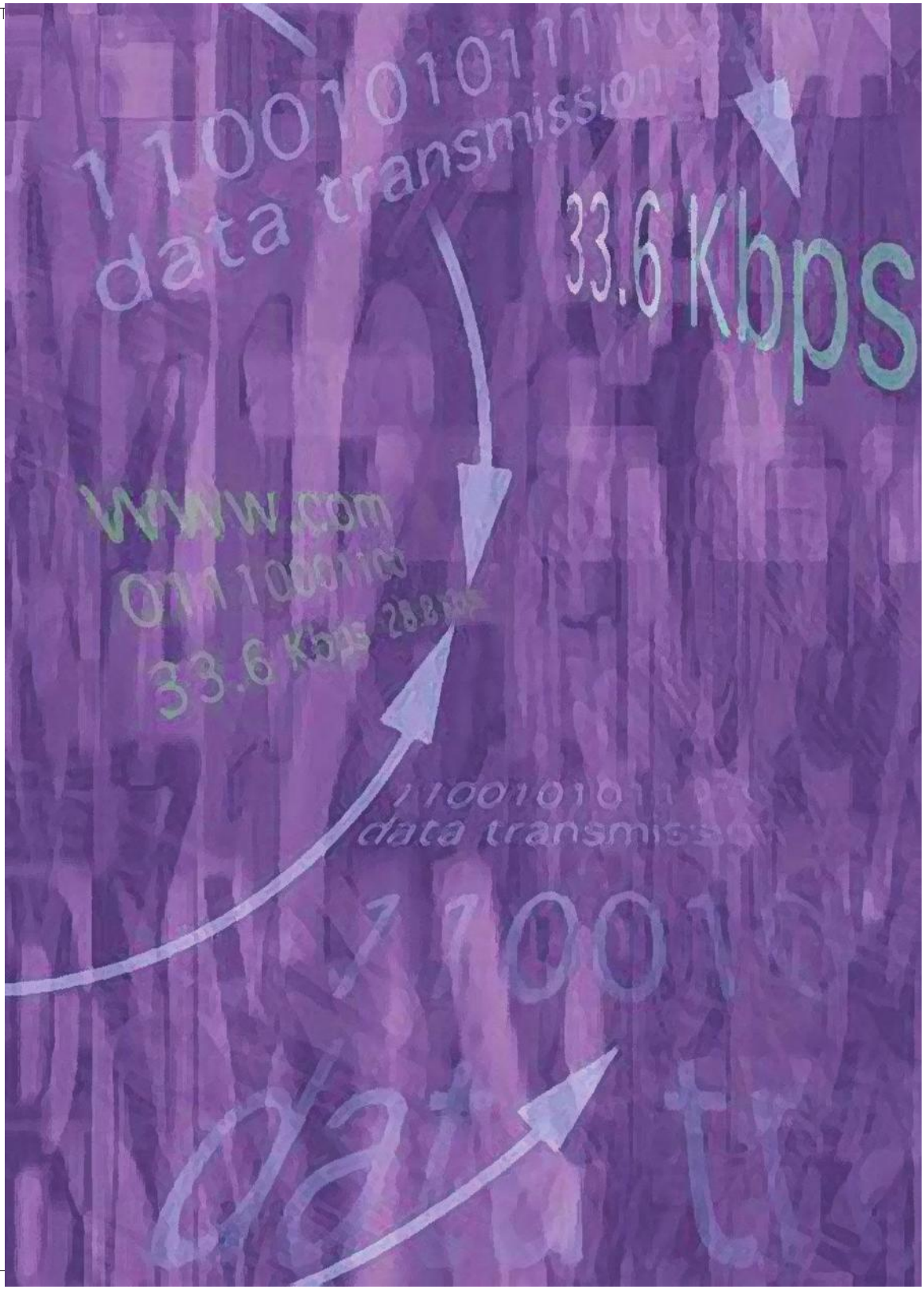
Bagaimana model regresi dari data tersebut dan komponen sidik ragamnya, kemudian tentukan standar galatnya, serta CI dan PI-nya. Bagaimana kesimpulan anda ?

9.7.5. Soal Latihan 5.

Tabel 9.7.4 Data contoh ke 4

Urutan	Tes 1	Tes 2
1	50	69
2	66	85
3	73	88
4	84	70
5	57	84
6	83	78
7	76	90
8	95	97
9	73	79
10	78	95
11	48	67
12	53	60
13	54	79
14	79	79
15	76	88
16	90	98
17	60	56
18	89	87
19	83	91
20	81	86
21	57	69
22	71	75
23	86	98
24	82	70
25	95	91
26	42	48
27	75	52
28	54	44
29	54	51
30	65	73
31	61	52

Bagaimana model regresi dari data tersebut dan komponen sidik ragamnya, kemudian tentukan standar galatnya, serta CI dan PI-nya. Bagaimana kesimpulan anda ?


data transmission
33.6 Kbps
www.com
data transmission

BAB-10
PANDUAN SINGKAT PENGGUNAAN MINITAB 15.1

(Ditulis Berdasarkan Fasilitas Tutorial Guide Minitab 15.1)

10.1. Pengantar

Ini adalah panduan singkat langkah demi langkah untuk mengenalkan program MINITAB terutama pada fitur-fitur penting. Panduan ini dirancang untuk menjelaskan dasar dasar penggunaan Minitab dengan menggunakan Menu dan kotak dialog, kemudian mengelola dan memanipulasi data dan file, kemudian menghasilkan grafik, dan sebagainya. Panduan ini berisi lima bagian yaitu:

Bagian Pertama	:	Plotting Data (Graphing Data)	205
Bagian Kedua	:	Memasukkan dan Menjelajahi Data (Entering and Exploring data)	227
Bagian Ketiga	:	Analisa Data (Analyzing Data)	238
Bagian Keempat	:	Pengendalian Kualitas (Assessing Data)	249
Bagian Kelima	:	Perancangan dan Percobaan (Designing an Experiment)	257

Sajian Bagian Pertama:

10.2. PLOTTING DATA (Graphing Data)

Pengantar

Anda diasumsikan bekerja pada sebuah perusahaan penghasil tekanan/gas yang memproduksi Chromated cooper arsenat atau CCA yang umumnya digunakan industri pengolah kayu supaya tidak terserang serangga dan ngengat (pemakan kayu). Namun demikian, produk CCA ini mendapatkan serangan dari kelompok yang mengkuatirkan potesial resiko kesehatan yang

dikaitkan dengan perlakuan kayu dari penggunaan bahan tersebut. Anda melakukan penyelidikan kemungkinan bahan organik baru pengganti CCA, memelihara kualitas standar untuk produk anda kemudian meyakinkan publik. Anda melakukan studi dan hasilnya disimpan dalam lembaran kerja (worksheet) bernama TEKAN URE.MTW.

Pada studi anda, anda berusaha melakukan simulasi bagaimana CCA dan bahan organik baru mampu memberikan perlindungan kayu lebih dari 60 tahun. Papan kayu pinus yang seragam dilakukan perlakukan pada tiga tingkatan kejenuhan standar dan ditempatkan dalam ruang pematangan. Papan kemudian diuji karakteristiknya untuk melihat bagaimana perbedaan perlakuan yang terjadi pada kayu.

Peubah (variable) larutan yang dicatat adalah produk CCA (Larutan=1) atau organik (Larutan=2).
Jumlah larutan yang ditetapkan untuk setiap papan adalah: 0,25 pound untuk setiap kubik kayu, standar untuk aplikasi atas, 0,8 lbs/kubik kaki yang menjadi standar untuk tiang pondasi, dan 2,5 lbs/kubik kaki, standar unuk aplikasi air asin.

Nilai didaftar dalam jam adalah jumlah jam untuk setiap papan yang dimasukan ke ruang pematangan. Satu jam dipertimbangkan setara dengan satu tahun di lapangan.

Ambil (load) daftar berat maksimum (dalam satuan pound) untuk setiap lembar papan yang mengalami perlakuan dan proses pematangan. Anda akan ditanya untuk memberikan hasil penemuan kepada manager anda dan mengikuti tujuan anda sendiri:

- Buat dua buah grafik yang menyajikan kondisi data
- Edit grafik untuk kejelasannya
- Kombinasikan grafik tersebut dalam sebuah sajian (layout)
- Persiapkan sebuah laporan diskusi tentang grafik yang dapat menjelaskan data, dan termasuk grafik dalam dokumen ini.

Pressure.MTW ***

	C1	C2	C3	C4
	Load	Retention	Solution	Hours
1	15.5971	0.25	1	1.0
2	11.0251	0.25	2	1.0
3	12.3292	0.80	1	1.0
4	14.2748	0.80	2	1.0
5	18.7390	2.50	1	0.9
6	16.6683	2.50	2	1.0
7	14.8265	0.25	1	2.0
8	9.4470	0.25	2	2.0

Materi Latihan:
Pada bagian ini, anda akan belajar tentang:

- Pemilihan grafik
- Penerapan opsi opsi grafik ketika membuat grafik
- Eksplorasi data melalui grafik tanpa meninggalkan grafik

- Pilih dan edit atribut-atribut dari grafik yang berbeda
- Mengubah peubah-peubah yang digunakan untuk sebuah grafik.
- Tambahkan item-item untuk sebuah grafik
- Gunakan sebuah pengelompokkan untuk mengubah tampilan sebuah grafik
- Membuat sebuah rancangan beberapa grafik
- Mengedit grafik Minitab di piranti lunak lain
- Menggunakan bahas pemrograman untuk membuat grafik.

Kebutuhan Waktu
Estimasi kebutuhan waktu 50 menit:

Langkah 1 : Mulai Proyek Baru.
Langkah 2 : Membuka Lembaran Kerja (Worksheet)
Langkah 3 : Memilih Grafik
Langkah 4 : Menggunakan Galeri Grafik
Langkah 5 : Memasukkan data ke dalam Kotak Dialok Grafik
Langkah 6 : Pemilihan Grafik
Langkah 7 : Eksplorasi Awal Grafik
Langkah 8 : Penyapuan
Langkah 9 : Penambahan Peubah
Langkah 10 : Pemilihan Item Grafik untuk Edit
Langkah 11 : Dasar Pengeditan Grafik
Langkah 12 : Penambahan Elemen Grafik
Langkah 13 : Perubahan Data Lembaran Kerja dan Penggantian Peubah
Langkah 14 : Pembuatan Boxplot Kelompok
Langkah 15 : Pengeditan Grafik Mahir
Langkah 16 : Membuat Desain
Langkah 17 : Grafik di Aplikasi Lain
Langkah 18 : Grafik dan Bahasa Pemrograman
Langkah 19 : Simpan dan Keluar (Save and Exit)
Langkah 20 : Materi Yang Telah Anda Pelajari

Langkah 1: Mulai Proyek Baru

1. Pilih File › New.
2. Pilih Project, kemudian klik OK.

Selama kursus ini, anda dipandu untuk membuat grafik, mengedit lembaran kerja, dan sebagainya. Jika anda hendak menghentikan pelajaran, anda dapat menyimpan pekerjaan anda sebagai sebuah proyek. Ketika anda menyimpan proyek anda, anda menyimpan semua data pada satu tempat, semuanya disajikan pada bagian jendela, dan semua ada di jendela **Graph**.

Ketika anda membuka kembali proyek maka semua informasi akan menunggu anda tepat dimana anda meninggalkannya. Ikuti langkah-langkah berikut ini untuk menyimpan proyek anda:

1. Pilih File › Save Project As.
2. Di Save in, arahkan lokasi dimana lokasi proyek yang yang hendak simpan.
3. Di File name, ketik nama proyek anda dan klik Save.

Setelah ini, sederhana saja bukan? Pilih **File › Save Project** untuk menyimpan semua proyek yang anda telah kerjakan.

Jika anda ingin menggunakan keluaran (*output*) atau data di aplikasi lain atau proyek Minitab lainnya anda dapat menyimpan jendela session, data dan grafik sebagai bagian file terpisah. Pembagian file ini menyalin yang sedang dilakukan di proyek anda dan proyek anda tidak berubah sama sekali.

Langkah 2: Membuka Lembaran Kerja (Worksheet) Ketika menjalankan Minitab, anda memulai dengan sebuah proyek baru. Anda dapat menambahkan data ke proyek anda dengan beragam cara tetapi umumnya dalam sebuah lembaran kerja (*worksheet*). Perlu dicatat bahwa anda menyalin data dari lembar kerja ke proyek dan setiap perubahan yang membuat data anda bertambah di proyek tidak akan berpengaruh pada file aslinya.

Pada bagian ini, anda akan menggunakan file PRESSURE.MTW. File ini adalah satu dari lusinan lembaran kerja (worksheet) yang terkirim bersama dengan program MINITAB. Sebagian besar data tersebut tersimpan dalam subdirektori atau folder sample data (C:\Program Files\Minitab 15\English\ Sample Data).

1. Pilih File › **Open Worksheet**.
2. Klik Lihat folder Sample Data, kemudian pilih **TEKAN URE.MTW**.
3. Klik Open, kemudian OK (jika perlu).

Langkah 3: Memilih Grafik Sebuah grafik memberikan kesempatan anda untuk mengubah pola tampilan, hubungan dan distribusi dari data yang sulit untuk dilakukan pada lembaran kerja (*worksheet*). Grafik yang anda pilih tergantung pada tipe data yang harus dianalis, dan harapan yang hendak dicapai. Untuk grafik pertama anda, anda diminta untuk membuat hubungan antara kekuatan relatif dari tekanan kayu dan lamanya di alam. Gunakan tabel berikut ini untuk membuat grafik terbaik yang hendak dicapai:

TUJUAN	GUNAKAN
Taksir hubungan antara sepasang peubah peubah	***Scatterplot*** menunjukkan hubungan antara dua ***Matrix Plot*** menunjukkan hubungan dari banyak peubah berpasangan ***Marginal Plot*** hampir sama dengan Scatterplot, tetapi ditambah dengan histogram, dotplot, atau boxplot dari setiap peubah dalam margin grafik.
Taksir sebaran (distributions) kecenderungan data	***Histogram*** menampilkan bentuk dan pusat ***Dotplot*** serupa dengan histogram, tetapi lebih berdaya guna untuk data berjumlah sedikit. ***Stem and Leaf*** menampilkan nilai data aktual dalam format binari. ***Probability Plot*** menampilkan bagaima data anda mengitu sebaran tertentu. ***Empirical CDF*** serupa dengan probability plot, tetapi skalanya selalu linier (lurus) ***Boxplot Compares*** membandingkan karakteristik sebaran data seperti median, kisaran (range), simetri, identifikasi pencilan (outlier).
Perbandingan ringkasan atau nilai individu dari peubah	***Boxplot Compares*** membandingkan karakteristik sebaran contoh dan menampilkan pencilan ***Interval Plot*** membandingkan rataan (*mean*) dan selang kepercayaan (*confidence intervals*). ***Individual Value Plot*** (Plot nilai individu) menduga dan membandingkan nilai individu. ***Bar Chart*** membandingkan ringkasan statistik seperti rataan tingkat penggabungan. ***Pie Chart*** menaksir setiap sebaran relatif grup terhadap keseluruhan
Taksir sebaran hitungan	***Bar Chart*** membandingkan sebaran hitungan. ***Pie Chart*** membandingkan proporsi setiap grup terhadap keseluruhan
Plot seri data terhadap waktu	***Time Series Plot*** untuk data yang dikumpulkan setara dengan interval waktu dan kronologi urutannya ***Area Graph*** menunjukkan bagaimana komposisi perubahan jumlah terhadap waktu pada data yang terbagi ***Scatterplot*** untuk data yang dikumpulkan pada selang yang tidak teratur (irregular intervals) atau tidak berurutan dalam lembaran kerja
Taksir hubungan antara tiga peubah	***Contour Plot Maps*** (Plot Peta Kontur) mengukur nilai nilai sebagai fungsi dari dua atau lebih peubah. ***3D Scatterplot Plots*** memplot pengamatan individu dalam tiga dimensi berdasarkan definisi anda untuk x, y, dan z ***3D Surface Plot*** serupa dengan 3D *scatterplot* kecuali tampilan yang permukaannya kontinu atau grid poin dari data individu

Anda tertarik dengan hubungan antara sepasang peubah, Load dan Time. Karena satu dari peubah anda adalah pengukuran waktu, anda mungkin mengira menggunakan time series plot, tetapi ingat bahwa data anda tidak dikumpulkan berdasatkan waktu. Anda mungkin mengukur bursa pasar terhadap waktu atau denyut jantung pasien berdasarkan waktu. Dalam studi anda, anda telah mengumpulkan informasi beragam kelompok kayu berdasarkan perbedaan waktu, bukan satu kelompok waktu saja. Anda pilih

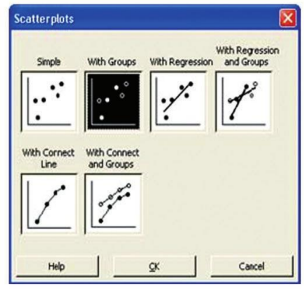
Scatter Plot.
1. Pilih **Graph › Scatterplot**.

Langkah 4: Menggunakan Galeri Grafik Setelah anda memilih tipe grafik yang henda dibuat, anda harus melihat pilihan ini di galeri grafik. Galeri ini menawarkan variasi variasi grafik yang memberikan kesempatan anda untuk menyesuaikannya dengan kebutuhan anda dengan input minimal. Opsi opsi galeri dibuat tetapi menawarkan versi versi berikut:
Simple - untuk digunakan tanpa katagori pengelompokan peubah.
With Groups- untuk digunakan dengan katagori pengelompokan peubah
Multiple Y's- jika memasukkan lebih dari satu peubah pada katagori grafik.

Sebuah versi yang menambahkan penyajian data atau penyesuaian garis dari pilihan di atas.

Pada poin ini, anda belum perlu untuk regresi atau hubungan garis tetapi anda berkeinginan menggunakan pengelompokan peubah **Solution** dan **Retentian**. Anda memutuskan pilihan pada **With Groups.**

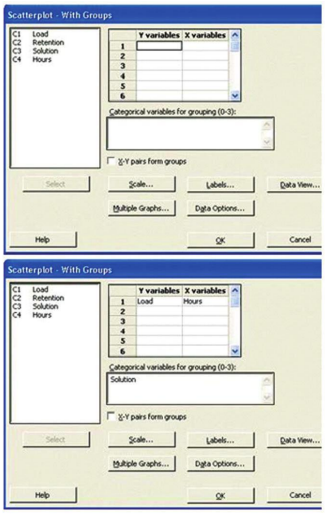
1. Pilih **With Groups**, and Klik **OK**.
   Catatan: Beberapa pilihan galeri grafik berdasarkan jumlah dan tipe peubah yang akan digunakan (**Simple, With Groups, Multiple Y's**) dan tambahan sederhana lain (**With Regression, With Connect Line**). Jika anda tidak yakin denganpilihan galeri yang dibutuhkan, fokus saja pada peubah yang akan digunakan untuk membuat grafik:



Langkah 5: Memasukkan data ke dalam Kotak Dialok Grafik The Scatterplot Data yang tampak dengan kotak dialognya, memudahkan anda untuk memilih peubah yang digunakan dalam grafik.

Garis tipis sekitar baris pertama dari kolom Y (disebut lokasi aktif) menunjukkan bahwa peubahn yang dipilih dari daftar akan ditempat disini, Untuk memasukkan peubah ke dalam lokasi aktif, klik peubah dalam daftar peubah (*variable list*) dan klik Select atau sederhananya klik dua kali peubah tersebut, Untuk grafik ini, anda ingin setiap maksum lembar dari Load dan Weight diplotkan dengan waktu yang digunakan dalam ruang pematangan dan data dikelompokkan berdasarkan larutan (solution) dan tingkat retensi yang digunakan.

1. Dibawah **Yvariables**, masukkan *Load*. Dibawah **Xvariables**, masukkan *Hours*.
2. Pada **Categorical variables for grouping (0-3)**, masukkan *Solution*.

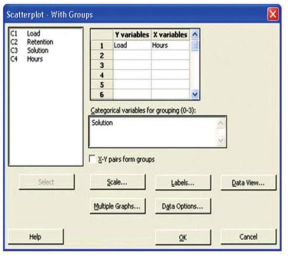


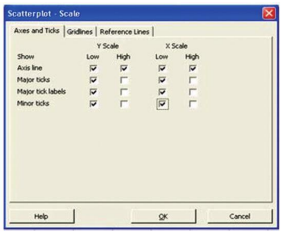
Perhatikan Tombol **Scale**, **Labels**, **Data View**, **Multiple Graphs**, dan **Data Options**. Tombol ini memberikan akses pilihan pembuatan grafik, dirancang untuk grafik sekarang ini, dan akan digunakan untuk merancang grafik anda Anda akan menjelajahi pilihan-pilihan tersebut di tahapan berikutnya.

Langkah 6: Pemilihan Grafik

Tergantung pada grafik, anda dapat memilih grafik berdasarkan pilihan yang diberikan pada tombol **Scale**, **Labels**, **Data View**, **Multiple Graphs**, dan **Data Options.** Pilihan tombol ini memberikan anda kesempatan untuk berkreasi terhadap tampilan grafik sehingga penejelasan tombol berikut ini perlu diperhatikan.

Scale : Axes and ticks, gridlines, reference lines, and percentile lines untuk pengaturan skala, ketebalan garis
Labels : Data labels, titles, and footnotes untuk pemberian label, judul dan catatan kaki
Data View : Data display items including fitted lines untuk tampilan grafik dan penyesuaian garis
Multiple Graphs : Multiple graph placement and paneling variables penempatan multi grafik dan peubah
Data Options : Subsetting data, handling missing values, and frequency columns untuk pengaturan ulang data, penanganan nilai yang hilang, dan kolom frekuensi

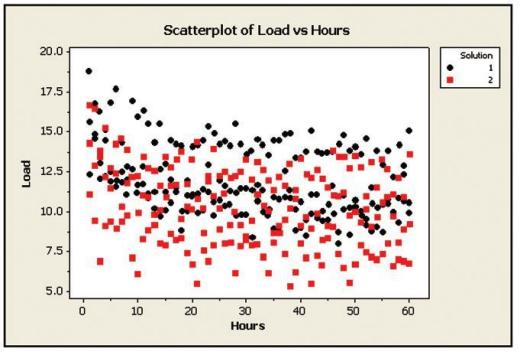




Karena grafik anda akan menggunakan banyak data, maka sebaiknya menggunakan Minor Ticks

1. Klik **Scale**.
2. Dibawah Y Scale, cek Minor Ticks untuk Low.
3. Dibawah X Scale, cek Minor Ticks untuk Low. Klik OK pada setiap kotak dialog.

Tampilan hasil seperti ini:



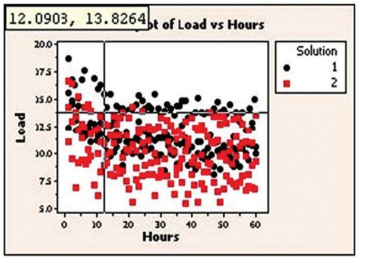
Langkah 7: Eksplorasi Awal Grafik

Terkait dengan penulisan laporan untuk deskripsi grafik, anda akan mempelajari secara seksama grafik grafik yang telah dibuat. Inspeksi cepat secara visual pada grafik yang dibuat hanya memberikan informasi umum bahwa kayu yang diberi perlakuan CCA memiliki kekuatan yang lebih lama daripada yang diberi larutan organik. Anda dapat melanjutkan investigasi dengan mudah. Tips dan penyisiran (crosshair) mengizinkan anda untuk

melihat dengan jelas nilai dari peubah sehingga membuat pengamatan anda lebih akurat untuk di laporkan.

Tips Data

1. Tempatkan kursor di atas poin/titik dalam grafik. Tips data yang tampak menunjukkan posisi baris dan koordinat dari titik. Jika poin itu berada di posisi sebaga pencilan (outlier) maka nanti diteliti lagi. Teknik ini untuk aktif untuk garis acuan (*reference lines*, garis persentil, dan item item lain dalam grafik yang ditempati kursor.



Crosshairs

2. Jika tool graph pengedit (graph editing toolbar) tidak tersedia atau aktif, maka cara lain adalah, Pilih **Tools › Toolbars › Graph Editing**
3. Klik sebagai tombol (penyisiran) crosshairs tool
4. Pindahkan kursor melewati wilayah data. Move the cursor across the data region. Koordinat pasti akan akan diberikan kepada anda ketiga menggerakan tombol penyisiran tersebut. Sesudah itu, Anda sekarang mengetahui secara awal perbedaan antara pengamatan dari perlakukan dengan larutan yang berbeda.

Pada tahap berikut, anda akan melakukan penyapuan sebagai metode belajar untuk mengetahui lebih banyak tentang grafik.

Langkah 8: Penyapuan Setelah mengkaji grafik secara menyeluruh, anda mungkin tertarik pada poin individu atau grup. Teknik penyapuan (brushing) memberikan kesempatan bagi anda untuk menemukan informasi tambahan tentang pengamatan individu atau grup. Teknik penyapuan diterjemahkan dari kata brushing seiring dengan upaya mendekati kata terjemahan dan gambar tombolnya di menu Minitab.

Masukkan Brushing Mode

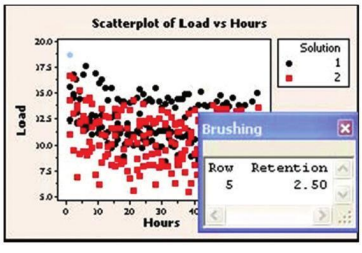
1 Pada toolbar graph editing, Klik tombol penyapuan. **Mengatur ID Peubah (Set ID Variables)**

Anda menduga bahwa bentangan pengamatan dalam grafik anda berhubungan dengan perebdaan tingkat tanggapan di percobaan. Untuk itu perlu dilakukan langkah 1 Pilih **Editor › Set ID variables**2

Dalam **Variables**, masukkan *Retention*. Klik **OK**. Sekarang nilai untuk setiap peubah akan ditampilkan untuk setiap poin yang anda sapu (disorot dengan kursor).

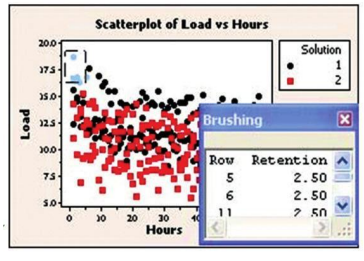
Penyapuan Poin Tunggal

1. Letakkan kursor di atas poin grafik dan klik mouse. Sekarang anda mengetahui tingkat tanggapan untuk pengamatan ini adalah 2,5. Anda dapat melakukan penyapuan berulang-kali penyapuan data di grafik untuk mengetahui nilai aktual dari suatu pengamatan tunggal. Penyapuan wilayah juga dapat dilakukan dengan cara berikut ini



Membuat Penyapuan Wilayah (Brushing Region)

1. Letakkan ujung poin kursor di ujung kiri atas grafik pada kelompok data yang akan dikaji lebih lanjut.
2. Klik dan pertahankan tekanan tangan pada mouse and geser kursor ke kanan bawah sehingga menyapu lebih dari poin untuk membentuk wilayah penyapuan
3. Secara perlahan giring wilayah penyapuan tadi dari kiri ke kanan sepanjang bentangan data pengamatan dengan palet penyepuan tersebut.
4. Untuk meninggalkan mode penyapuan, Klik pada toolbar graph editing. Hal ini memperjelas bahwa setiap bentangan data mewakili tingkat tanggapan untuk setiap larutan.

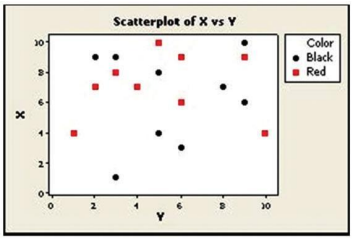


Penyapuan dapat membantu anda untuk lebih mengerti data anda, dan memandu untuk membangun kembali grafik anda. Pada kasus ini, penyapuan telah membantu anda untuk lebih meyakini stratifikasi pada pengamatan disebabkan perbedaan tanggapan. Pada tahapan selanjutnya, anda akan mengkaji bagaimana menggabungkan peubahan ini kedalam grafik anda.

Langkah 9: Penambahan Panel Peubah Anda telah melihat hubungan antara nilai maksium dari *weight* dan *time* yang dihabiskan dalam ruangan pematangan, dan dikelompokkan berdasarkan larutan yang digu-

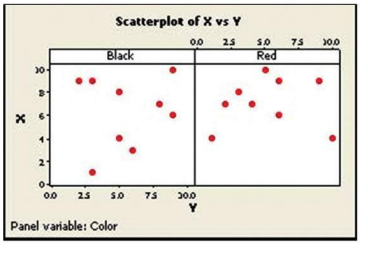
nakan. Penyapuan menunjukkan perbedaan tingkat tanggapan sebagai tanggungjawab stratfikasi dalam poin data di grafik anda. Karena tanggapan itu dikelompokkan maka, anda mungkin menggunakannya sebagai peubah grup dan panel peubah. Kondisi ini akan ditampilkan dalam cotoh berikut.

Pengelompokan Peubah



Pada grafik di kanan, katagori peubah berwarna telah digunakan sebagai upaya pengelompokkan peubah. Dua warna dan bentuk digunakan dalam grafik dan poin berada pada wilayah yang sama. Tipe grafik ini sangat berguna untuk menampilkan interaksi grup tersebut.

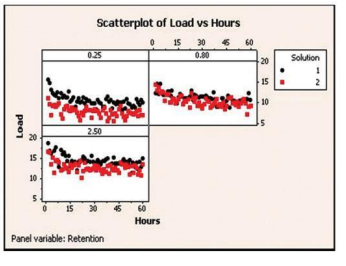
Panel Peubah



Grafik ini identik dengan grafik terdahulu, kecuali pada warna yang digunakan sebagai penambahan panel baru untuk pengelompokkan peubah. Poin-poin nilai dipisah dalam masing-masing panel kendati masih dalam satu grafik sebagai peubah katagori. Tipe grafik ini berguna menunjukkan pembandingan dan kontras data.

1. Pilih **Editor › Panel**.
2. Pada By variables with groups in separate panels, masukkan *Retention*.
3. Klik OK.

Keluaran di Jendela Grafik (Graph Window)



Grafik anda masih dikelompokkan oleh **Solution**, tetapi sekarang telah dipanelkan oleh **Retention.** Nah, sekarang, tampak lebih sederhana untuk membedakan diantara larutan pada tingkat tangapan yang berbeda (Retention).

Catatan:
Anda dapat mengguna-kan panel peubah selama pembuatan grafik dengan memilih tombol **Multiple Graphs**, kemudian memilih **By Variables**.

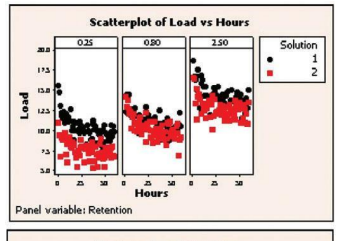
Langkah 10: Pemilihan Item Grafik untuk Pengeditan. Anda dapat mengedit elemen-elemen penting pada grafik Minitab. Anda dapat mendandani perubahan tersebut, pada jenis huruf judul atau warna garis, atau perubahan struktur lainnya seperti kisaran skala atau menyesuaikan garis terendahnya. Namun demikian, pertama kali harus memilih item-item yang akan diedit. Tiga metode untuk pemilihan item-item tersebut adalah:

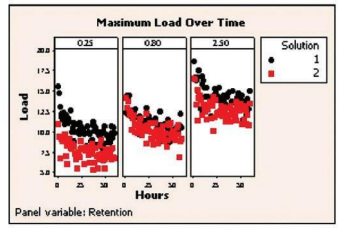
1. Klik item yang dipilih.
2. Pilih **Editor › Select Item**, kemudian Pilih item dalam daftar
3. Pilih item dari daftar dalam toolbar edit grafik.

Tergantung pada item, satu metode mungkin lebih sederhana daripada lainnya. Kasus khusus ketika menggunakan Scatter plot pada langkah 5. Jika anda mengklik sembarang poin pada grafik, semua poin akan terpilih. Klik kedua kali pada poin yang sama maka hanya pada poin itu yang terpilih. Klik poin ketiga kali dan dan poin individu yang terpilih.
Setelah anda memilih yang dikehendaki tersebut, anda dapat memulai pengeditan dengan empat cara:

1. Dobel -Klik pada item item terpilih.
2. Pilih **Editor › Edit**.
3. Klik kanan dan Pilih Edit.
4. Klik , tombol Edit, pada toolbar Graph Editing.

Langkah 11: Dasar Pengedit Grafik Item item grafik seperti data wilayah label, dan yang lainnya, disesuaikan secara otomatis untuk menghasilkan grafik sejelas mungkin sebagai sistem standar program ini. Bahkan, anda dapat melihat item item yang anda butuhkan.

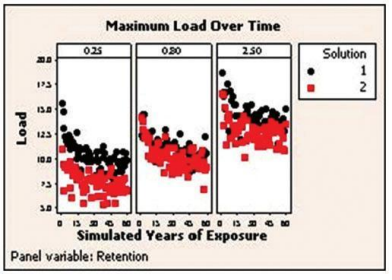




***Panel Arrangement* (Pengaturan Panel)**
Pengubahan panel grafik pada pengaturan jarak.

1. Dobel klik panel label
2. Klik the Arrangement tab.
3. Dibawah Rows and Columns, Pilih Custom.
4. Pada Rows masukkan *1* and in Columns masukkan *3*.

5. Pada Margins between panels, masuk-kan *0.02*.
6. Klik the Options tab.
7. Dibawah Alternate Ticks On Pan-els When Appropriate, Pilih Don't Alternate Panels, and Klik OK.



Graph Title (Judul Grafik)
Ukuran dan ubah judul
1. Dobel klik judul grafik.
2. Pada **Size**, masukkan *16*.
3. Pada **Text**, hapus judul grafik standar, kemudian tekan ketik *Maximum Load Over Time.*
4. Klik OK.

Skala, Label Tik, Dan Aksis
Setiap jam di kamar pematang disajikan dalam enam bulan yang menujukkan elemen. Sesuaikan skala, label tik, dan aksis untuk refleksi simulasi skala waktu.
1. Dobel Klik skala sumbu x.
2. Pada **Major Tick Positions**, Pilih **Positionof ticks** and ketik *015 30 45 60*.
3. Klik tombol **Labels**.
4. Pada **Major Tick Labels**, Pilih **Specified** and ketik *015 30 45 60* dan Klik **OK**.
5. Dobel Klik pada label sumbu x.
6. Pada **Text**, ketik *Simulated Years of Exposure* dan Klik **OK**.

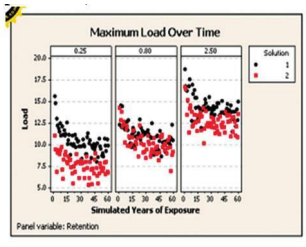
Ketika mengedit sebuah grafik, anda tidak dibatasi oleh simbol-simbol yang tampak, juga pada label, dan garis. Pada tahap berikutnya anda berlatih menambah item-item tersebut.

Langkah 12: Penambahan Elemen Grafik
Pada langkah 6, anda telah menjelajahi berbagai pilihan untuk pembuatan sebuah grafik. Masih banyak pilihan lain yang dapat menambah-kan label, garis, dan tanda untuk grafik supaya lebih jelas dan menarik. Anda juga dapat menambahkan item item ini ke pembuatan grafik . Tiga cara untuk menambahkan elemen-elemen dalam grafik:
1. Pilih **Editor› Add**.
2. Klik Kanan Grafik, kemudian pilih **Add**.
3. Dari daftar tambahan di toolbar Graph Editing, Pilih item yang ingin

anda tambahkan. Jika toolbar ini tidak tersedia maka Pilih Tools › Toolbars › Graph Editing.

Item-item yang dapat ditambahkan akan berbeda dari satu grafik ke grafik lainnya, jadi setai grafik harus dirancang dan dibuat tersendiri. Karena data anda terbagi dalam tiga panel, anda memutuskan untuk menambah garis sumbu Y untuk mengetahui nilai poin pada sumbu tersebut.

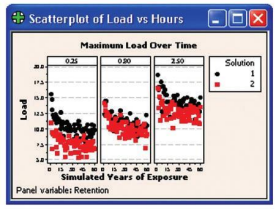
1. Dari darftar elemen di toolbar Graph Editing, Pilih **Gridlines**.
2. Di bawah Show Gridlines For, Pilih Y major ticks.
3. Klik OK.

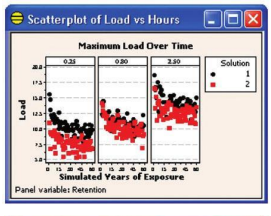


Keluaran di Jendela Grafik (Graph Window)
Anda dapat menambahkan garis kisi-kisi (gridlines) pada galeri grafik melalui pilihan grafik (**Scal › Gridlines**) atau menggunakan **Editor› Add**.

Langkah 13:Perubahan Data Lembaran Kerja dan Penggantian Peubah

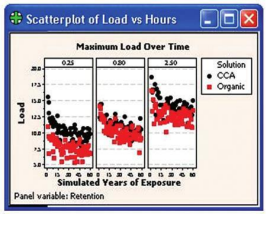
Pada langkah sebelumnya, anda telah melihat bagaimana mudahnya menata dan menambah elemen-elemen grafik. Tetapi dari waktu ke waktu, anda juga memerlukan penataan dan pengaturan data yang digunakan dalam grafik. Anda mungkin ingin mengoreksi kesalahan nilai pengamatan atau menambahkan data ke dalam lembaran kerja. Dalam sistem ODBC (***Open DataBase Connectivity***), perubahan data di lembaran kerja dapat dilakukan.





Minitab memberikan fasilitas perubahan ini dan memperbaharui grafik yang telah dibuat.
Pada lembaran kerja TEKAN URE.MTW, larutan (Solution) telah dikatagorikan melalui pengkodean sederhana. Nilai 1 untuk CCA, dan 2 untuk larutan organik. Legenda ini langsung dilakukan di lembaran kerja. Cara pengkodeannya sebagai berikut:

1. Pilih Data › Code › Numeric to Text.
2. Pada Code data from columns, tekan *Solution*.
3. Pada Padato columns, tekan *Solution*.



4. Pada baris pertama dari **Original values**, ketik *1*.
5. Pada baris pertama dari **New**, ketik *CCA*.
6. Pada baris kedua dari **Original values**, ketik *2*.
7. Pada baris kedua dari **New**, ketik *Organic*, dan Klik **OK**.

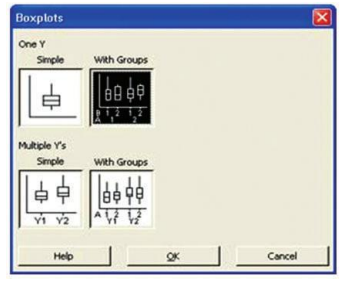
Sekarang, pada kolom larutan (Solution) telah mengandung nilai-nilai deskriptif.
Perhatikan bahwa ikon di kiri atas dari jendela grafik telah berubah dari (grafik akurat yang mewakili lembaran kerja) ke (grafik yang tidak mewakili lembaran kerja)

1 Pilih Editor › **Update** › **Update Graph Now**.
Legenda telah berubah dan nilai lebih deskriftif di larutan (Solution) dan ikon telah diperbaharui ke warna hijau.

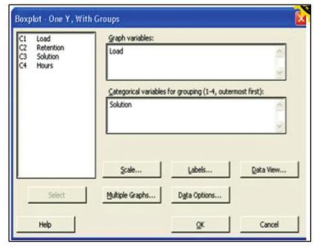
Penggantian Peubah Grafik
Anda baru saja melakukan penggantian data individu tanpa melakukan perubahan grafik. Anda juga dapat melakukan penggantian peubah grafik. Kali ini, anda akan membuat dan mengedit grafik hanya untuk mengetahui bahwa anda ingin menggunakan peubah panel atau kelompok yang berbeda. Pilih **Editor›Create Similar Graph** yang memberikan anda akses untuk mengubah peubah yang digunakan tanpa memasuki sumber data grafik dan tanpa menghilangkan hasil pekerjaan terdahulu.
Langkah selanjutnya adalah membuat grafik kedua dengan fokus pada pembuatan boxplot.

Langkah 14: Pembuatan Boxplot Kelompok
Untuk grafik kedua anda, ada akan menampilkan sebaran (distribusi) dan median dari berat berat maksimum tingkat tanggapan (retention level). Anda harus membandingkan kelompok ini berdasarkan tiga strata lama penyimpanan. Untuk mencapai target ini, langkah selanjutnya akan membantu anda mencapai tujuan tersebut.

Pilih Grafik Sebelah Kanan
Pertama, anda mengetahui bahwa grafik harus mempunyai sebaran dan nilai median. Anda telah jalani ini pada Langkah 3 dan pilih Boxplot. Anda juga tahu bahwa peubahan tunggal, Load, akan dikelompokkan dalam galeri grafik dengan cara sebagai berikut:



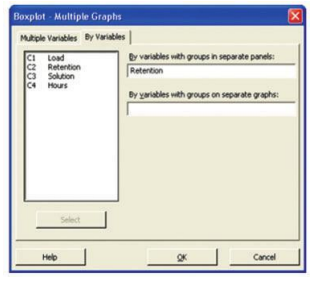
1. Pilih **Graph › Boxplot**.
2. Pilih **One Y - With Groups**, ketik Klik **OK**.



Memasukkan Peubah

Memasukkan peubah grafik dan peubah kelompk dalam kotak dialog sumberdata.

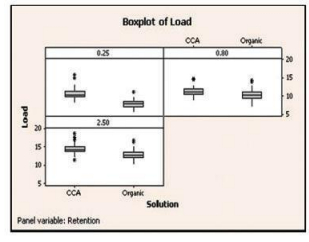
3. Dalam **Graph Variables**, masukkan *Load*.
4. Dalam **Categorical variables for grouping**, masukkan *Solution*.



Use graph option buttons

Anda perlu membagi kelompok pengamatan menjadi dua panel berdasarkan nilainya dalam *Retention.*

5. Klik **Multiple Graphs**.
6. Klik tab **By Variables**.
7. Pada **By variables with groups insepa-rate panels**, masukkan *Retention.*
8. Klik **OK** pada setiap kotak dialog



Keluaran di Jendela Grafik (Graph Window)

Dari hasil ini maka anda akan dapat menambah penjelasan dalam laporan anda.

15. Pengeditan Grafik Tingkat Mahir

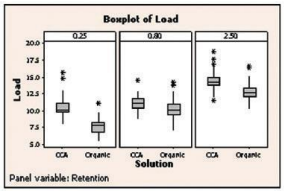
Sekarang anda telah mampu membuat grafik kedua, dan luangkan waktu untuk memperhatikannya, Anda perlu mencatat bahwa tatanan judul dan panel tampaknya tidak konsisten dengan scatterplot yang anda buat. Karena nilai median tidak tampak dalam grafik maka akan mempengerahui hasil edit anda.

Panel

Letakkan label tik pada sisi yang sama dan buat margin (pemisah) pada panel.

1. Dobel Klik label panel
2. Klik tab **Arrangement**.
3. Dibawah **Rows and Columns**, Pilih **Custom**.
4. Pada **Rows**, ketik *1* dan di **Columns** ketik *3*.

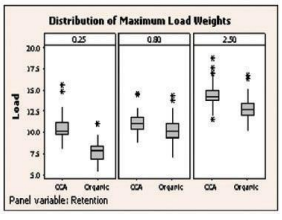
5. Pada Margins between panels masukkan *0.02*.
6. Klik tab **Options**.
7. Pada Alternate Ticks on PanelsWhen Appropriate, Pilih Don't alternate panels dan Klik OK.



Sumbu Label dan Judul

Perubahan judul harus sesuai dengan scatterplot. Label sumbu x dapat dihapus karena label tiks sumbu-x tidak menjelaskan apa-apa

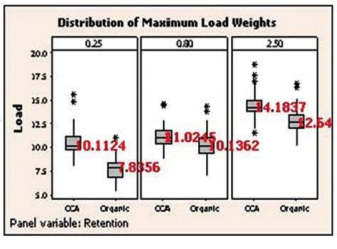
1. Dobel Klik Judul
2. Pada Text, ketik *Distribution of Maximum Load Weights*.
3. Pada Size masukkan *14 dan* Klik OK.
4. Pilih label sumbu x dan Klik



Tambah dan edit label data

Tambahkan label median dan karakteristik tampilannya dengan cara:

1. Pilih Editor › Add › Data Labels.
2. Klik tab **Medians**.
3. Dibawah Label type Pilih Use y-value labels dan Klik OK.
4. Double-Klik label median.
5. Klik tab **Font**.
6. Dari Color, Pilih
7. Pada Style, cek Bold.
8. Pada Size, masukkan *18*.
9. Klik tab **Alignment**.
10. Dibawah Offset, Pilih Custom.
11. Pada Horizontal, masukkan *0.02* dan Klik OK.

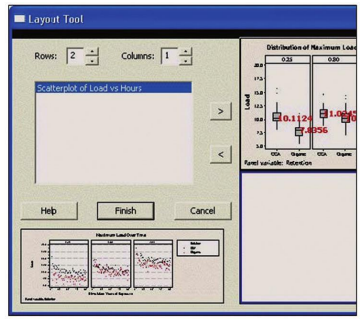


Grafik boxplot anda telah komplit tetapi anda mungkin berkeinginan untuk melanjutkan penyelidikan anda dengan berbagai prosedur statistik. Grafik anda telah membuat pertanyaan bagaimana sebenarnya perbedaan kelompok median, atau jika ada keragaman pengamatan yang perlu diper-hatikan.

Nah sekarang anda telah melengkapi grafik seperti yang anda inginkan, kemudian kita akan berpindah ke target lain yaitu pembuatan tata ruang grafik (layout).

Langkah 16: Membuat Tata Ruang

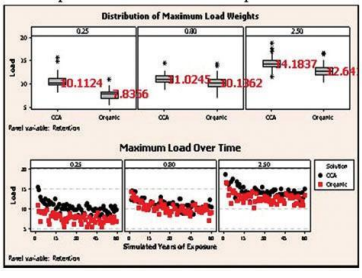
Ketika anda membuat multi grafik dan kotak dialok graik yang sama, anda dapat menampilkannya pada halaman yang sama atau terpisah. Jika anda membuat tipe grafik yang berbeda, anda akan dibatasi penampilannya pada halaman yang berbeda kecuali anda membuat tata ruang (layout) tersendiri. Untuk presentasi anda, anda ingin menampilkan grafik scatterplot dan boxplot pada halaman yang sama.



1. Pembuatan Grafik Data
2. Pilih **Editor› Layout Tool**.
3. Pada Rows, masukkan 2.
4. Pada Columns, masukkan 1.
5. Sorot *Scatter plot o fLoad vs Hours*, dan klik tanda
6. Klik Finish.

Langkah 17: Grafik di Aplikasi Lain

Untuk satu tujuan akhir anda dalam penugasan, anda perlu menambahkan tata ruang grafik and ke sebuah dokumen yang akan untuk didiskusikan lebih lanjut. Sementara itu *ReportPad* memberikan kesempatan anda untuk membuat laporan di Minitab, kemudian anda memutuskan untuk menggunakan Microsoft Word untuk membuat laporan. Meskipun anda pilih menyalin grafik ke atau slide show presentasi. Tergantung pada metode yang anda gunakan, sebuah grafik Minitab yang disalin ke aplikasi lain masih dapat diedit lagi.



1. Dengan tata ruang aktif, Pilih Edit › Copy Graph.
2. Pada dokumen di pengolah kata (Microsoft Word misalnya), tempatkan kursor dimana anda ingin menyisipkan grafik.
3. Pilih Edit› Paste Special. Jika anda menggunakan pengolah kata lain, anda mungkin tidak menggunakan pilihan Paste Special. Pada kasus ini, anda masi bisa menggunakan Paste, tetapi anda tidak dapat mengakses pilihan pada langkah selanjutnya.
4. Pada As, Pilih Mtb Graph Object. Pilihan ini menjamin bahwa grafik dapat diedit di dokumen Word. Dengan pilihan lain, (gambar atau bitmap) maka akan menghasilkan gambar yang tidak dapat lagi diedit dengan alat pengeditan Minitab.
5. Klik OK.

6 Dobel Klik Grafik dalam dokumen Word, maka tampak Alat bantu edit Minitab, dan anda dapat melakukan klik dua kali untuk mengedit grafik dalam Minitab.

Catatan Penting:
Pengeditan grafik Minitab yang disisipkan di program lain hanya bisa diedit di program Minitab jika program tersebut juga diinstal di komputer yang sama. Jika tidak maka grafik dianggap sebagai gambar/image saja.

Langkah 18: Grafik dan Bahasa Perintah Tutorial ini telah memfokuskan pada menu-menu dan kotak dialok untuk membangun dan mengedit grafik. Anda juga dapat menggunakan bahasa perintah Command Language Minitab) untuk tujuan pribadi atau untuk mpenghematan waktu melalu pembuatan program makro. Sejumlah item-item di menu akan membantu anda untuk lebih akrab dengan bagian Perintah dan dapat menyederhanakan bahasa perintah yang anda gunakan, khususnya untuk pembuatan grafik yang kompleks. Untuk dasar penggunaan bahasa-bahasa perintah, anda dapat melihatnya pada **Help› Bagian Command Help.**

Mengaktifkan Perintah
Anda dapat mengatur jendela Session untuk menampilkan perintah-perintah uang diberikan dalam pembuatan grafik.
1. Dengan Jendela Session yang aktif, Pilih **Editor› Enable Commands.**
Sekarang, anda memasuki bagian perintah (Session Commands) dalam jendela Session. Ketika anda menggunakan menu-menu untuk membuat sebuah grafik, bahasa perintah yang terkait akan tampak di jendela session. Perhatian. Namun demikian, setiap peneditan yang dilakukan tidak dimuat di Jendela Session. Setelah mengdeit grafik, Pilih **Editor› Duplicate Graph**. Jendela Session menampilkan semua bagian perntah yang digunakan untuk membuat sebuah grafik.

Salin Bahasa Perintah
Meskipun anda belum begitu akrab dengan perintah perintah Minitab di Jendela Session, anda akan menemukan kemudahan untuk membuat grafik yang kompleks menggunakan item-item di menu. Anda dapat menghasilkan grafik dengan memuat perintah perintah yang terekam di Session Commands:
1. Buka lagi lagi boxplot yang telah anda buat di tutorial ini.
2. Dengan Jendela Grafik yang aktif, Pilih **Editor› Copy Command Language**. Bahasa perintah yang anda gunakan untuk menghasilkan grafik telah disalin ke Clipboard. Anda tidak bisa menyalin bahasa perintah ini untuk membuat tata ruang (layout).

Editor Garis Perintah (Command line editor)
Anda dapat melakukan paste perintah perintah dari Clipboard ke ReportPad atau aplikasi lain untuk membuat makro, atau langsung ke Editor garis Perintah (Command line editor).
1. Pilih **Edit › Command Line Editor**.
2. Klik Kanan dan **Paste**.
3. Edit perintah-perintah jika anda pilih, dan Klik **Submit**.

Minitab menggunakan session commands untuk menghasilkan grafik.

Langkah 19: Simpan dan Keluar (Save and Exit)
Anda telah melengkapi semua pekerjaan yang dibutuhkan dalam Minitab untuk pembuatan presentasi anda. Anda dapat kembali ke langkah 1 dengan menyimpan proyek anda sehingga lembaran kerja dan grafik yang telah dibuat dapat dipakai lagi.
1. Pilih **File › Save Project**.
2. Keluar dari Minitab dengan memilih **File › Exit**.

Perlu diingat bahwa bahwa presentasi anda dibuat dengan ReportPad atau aplikasi pengolah kata yang lain.

Langkah 20: Apa yang Anda Telah Pelajari
Anda berada di akhir tutorial grafik, dan luangkan waktu untuk mengkaji ulang dan mengunjungi kembali bagian yang masih sulit dimengerti. Pada bagian ini anda tela mempelajari bagaimana:

Langkah 1	:	Mulai Proyek Baru.
Langkah 2	:	Membuka Lembaran Kerja (Worksheet)
Langkah 3	:	Memilih Grafik
Langkah 4	:	Menggunakan Galeri Grafik
Langkah 5	:	Memasukkan data ke dalam Kotak Dialok Grafik
Langkah 6	:	Pemilihan Grafik
Langkah 7	:	Eksplorasi Awal Grafik
Langkah 8	:	Penyapuan
Langkah 9	:	Penambahan Peubah
Langkah 10	:	Pemilihan Item Grafik untuk Edit
Langkah 11	:	Dasar Pengeditan Grafik
Langkah 12	:	Penambahan Elemen Grafik
Langkah 13	:	Perubahan Data Lembaran Kerja dan Penggantian Peubah
Langkah 14	:	Pembuatan Boxplot Kelompok
Langkah 15	:	Pengeditan Grafik Mahir
Langkah 16	:	Membuat Desain
Langkah 17	:	Grafik di Aplikasi Lain
Langkah 18	:	Grafik dan Bahasa Pemrograman
Langkah 19	:	Simpan dan Keluar (Save and Exit)

Pada bagian ini, anda mungkin perlu istirahat, kemudian dapat dilanjutkan ke bagian kedua Memasukkan dan Eksplorasi Data.

Sajian Bagian Kedua:
10.3. MEMASUKKAN DAN MENJELAJAHI DATA
(Entering And Exploring Data)

Pengantar

Kloning adalah sel-sel yang identik secara genetik diturunkan dari individu yang sama. Peneliti telah mengidentifikasi sebuah pohon Poplar (sejenis pinus) yang termasuk cepat tumbuh (fast growing). Pohon-pohon ini suatu hari menjadi alternatif sumber energi untuk menggantikan bahan bakar konvensional.

Peneliti-peneliti Universitas Pennsylvania telah menanam 252 klon pada dua lokasi yang berbeda: Satu berlokasi di daerah teluk dengan kondisi subur dan tanah berdrainase baik, dan lokasi lain di sebuah gunung dengan kondisi kering dan tanah berpasir. Mereka mengukur diamater (diameter), tinggi (height), dan berat kering (dry weight) sebuah contoh pohon yang berumur tiga tahun. Peneliti ini ingin menduga berat pohon berdasarkan pengukuran diameter dan tingginya.

Sebagai data analis proyek, anda harus menentukan jika pengukuran diameter dan tinggi dapat digunakan untuk menduga panen kayu.

Materi Tutorial

Apa yang akan pelajari pada bagian ini adalah:

- Memasukkan dan mengedit Data
- Perhitungan Statistika Dasar
- Menggunakan Calculator untuk membuat peubah baru
- Menggunakan regresi sederhana untuk menemukan hubungan antara dua peubah
- Menjalankan ulang analisis setelah mendeteksi dan koreksi data yang salah.

Kebutuhan Waktu: 30 Menit

Langkah 1 : Mulai Proyek Baru
Langkah 2 : Membuka Lembaran kerja (Worksheet)
Langkah 3 : Performa Aritmatika
Langkah 4 : Memasukkan Data dari Keyboard
Langkah 5 : Memasukkan Data Berpola
Langkah 6 : Menghitung Statistika Deskriptif
Langkah 7 : Membuat sebuah plot garis penyuaian
Langkah 8 : Performa Regresi Sederhana

Langkah 9 : Mengedit Data
Langkah 10 : Menjalankan Regresi Lagi
Langkah 11 : Simpan dan Keluar (Save and Exit)

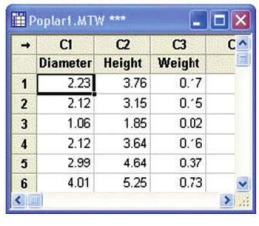
Langkah 1: Mulai Proyek Baru

- Jika anda belum menjalankan program, maka mulai jalankan program Minitab.
- Jika anda telah melengkap Bagian Pertama, mulai sebuah proyek baru: Pilih File › New, Pilih Minitab Project, kemudian Klik OK. Jika anda belum menyimpan perubahan proyek anda yang terdahulu, Minitab akan menanyakan dan menyarankan anda untuk melakukan penyimpanan proyek tersebut.

Langkah 2: Membuka Lembaran kerja (Worksheet)

Data yang tersimpan dalam lembar kerja POPLAR1.MTW berlokasi folder contoh data (Sample Data).

1. Pilih File › Open Worksheet.
2. Klik Lihat di folder contoh data Minitab, kemudian pilih lembaran kerja /file bernama POPLAR1.MTW.
3. Klik Open, kemudian OK (jika perlu)


Poplar1.MTW ***

→	C1	C2	C3	C
	Diameter	Height	Weight	
1	2.23	3.76	0.77	
2	2.12	3.15	0.75	
3	1.06	1.85	0.02	
4	2.12	3.64	0.76	
5	2.99	4.64	0.37	
6	4.01	5.25	0.73	

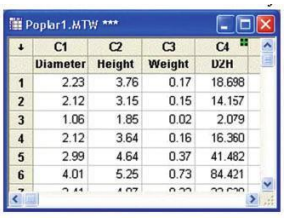
Lembaran kerja ini memuat tiga peubah berlabel Diameter, Height, and Weight. Setiap peubah memuat 15 pengamatan.

Langkah 3: Performa Aritmatika

Berdasarkan kerja terdahulu, peneliti telah menemukan bajwa berat sebuah pohon terkait erat dengan kuadrat dari diameter dan dikalikan dengan tingginya. Karena anda memiliki data diameter dan tinggi, anda dapat menghitung peubah baru dengan menggunakan Calculator Minitab. Calculator akan menghitung rumus yang anda masukkan dan meletakkan hasilnya pada tempat yang anda tentukan. Anda juga dapat merancang formula pada suatu kolom tertentu sehingga perubahan nilainya dapat diperbaharui secara otomatis. Langkah-langkah yang harus dijalani adalah:

1. Pilih **Calc › Calculator.**
2. Anda memutuskan untuk membuat peubah baru bernama "D2H" untuk diameter kuadrat kali tinggi. Pada Store result in variable, ketik D2H.
3. Pada ExTekan ion, ketik C1??**2*?C2.
   Tip: Anda juga dapat menggunakan mouse untuk membuat rumus dengan memilih item-item dari daftar peubah menggunakan tombol tombol Calculator.

4. Cek pada Assign as formula. Setujui dialog box . Klik OK. Persamaan itu memberitahukan Minitab untuk menduakalikan peubah Diameter (C1) dan mengalikannya dengan peubah tinggi (Height, C2). Hasil perhitungan ini ditempatkan sebagai peubah baru dengan nama D2H dan rumus yang dipasang membuat hasil perhitungan otomatis akan terjadi jika terjadi perubahan nilai peubah Diameter atau Height. Peubah baru D2H yang telah anda buat namoa dalam lembaran kerja (worksheet) berikut ini.


Poplar1.MTW ***

	C1	C2	C3	C4
	Diameter	Height	Weight	D2H
1	2.23	3.76	0.17	18.698
2	2.12	3.15	0.15	14.157
3	1.06	1.85	0.02	2.079
4	2.12	3.64	0.16	16.360
5	2.99	4.64	0.37	41.482
6	4.01	5.25	0.73	84.421

Dicatat bahwa ikon yang berada di sudut kanan atas kolom D2H. Ikon ini tampak sebagai rumus (formula), tanda untuk warna dan simbol yang meng-indikasikan status. Tanda berarti bahwa nilai dari kolom itu terbaharui, dan tanda berarti bahwa nilai dalam kolom tidak menunjukkan lembaran kerja sekarang, dan indikasinya rumus yang dipakai sudah tidak sah lagi. Sekarang, simpan perubahan di proyek.

5. Pilih **File › Save Project**, atau tekan tombol [Ctrl] +[S] secara bersamaan.

Langkah 4: Memasukkan Data dari Keyboard

Anda baru saja mendapatkan lima pengamatan baru dari lapangan, dan anda harus memasukkannya ke data di lembaran kerja:

1. Tekan [End] ke baris data terakhir dalam lembaran kerja; Tekan sekali untuk setiap sel kosong di baris 16 atau dengan mouse anda klik sel pertama di baris 16.
2. Klik arah pemasukan data yang berlokasi di sudut kiri atas dari lembaran kerja sehingga menjadi tampak ke arah kanan seperti ini ( ).
3. Ketik dari kiri ke kanan setiap baris data berikut melalui keyboard anda:

1.52	[Masukkan]	2.9	[Masukkan]	.07	[Ctrl]+[Masukkan]
4.51	[Masukkan]	5.27	[Masukkan]	.79	[Ctrl]+[Masukkan]
1.18	[Masukkan]	2.2	[Masukkan]	.03	[Ctrl]+[Masukkan]
3.17	[Masukkan]	4.93	[Masukkan]	.44	[Ctrl]+[Masukkan]
3.33	[Masukkan]	4.89	[Masukkan]	.52	[Ctrl]+[Masukkan]

Tip: Jika anda membuat kesalahan pengetikan, klik saja langsung pada sela yang salah dan perbaiki kemudian tekan kemudian Tekan tombol Masukkan.

Catatan: Sementara anda memasukkan nilai-nilai tersebut, Minitab menghitung dan menyajikan nilai D2H untuk setiap baris dengan menggunakan rumus yang telah dibuat pada Langkah 3.

Poplar1.MTW ***

→	C1	C2	C3	C4
	Diameter	Height	Weight	D2H
12	4.77	5.54	1.11	126.051
13	1.39	2.40	0.04	4.637
14	2.89	4.48	0.32	37.417
15	3.90	4.84	0.07	73.616
16	1.52	2.90	0.07	6.700
17	4.51	5.27	0.79	107.192
18	1.18	2.20	0.03	3.063
19	3.17	4.93	0.44	49.541
20	3.33	4.89	0.52	54.225

Langkah 5: Memasukkan Data Berpola

Sekarang anda ingin membuat sebuah peubah baru yang disebut (lokasi) Site yang menunjukkan lokasi dimana data diambil: lokasi subur dan berdranase baik diberi tanda nomor (1), dan dari lahan kering dan tanah berpasir diberi tanda nomor 2 . Sepuluh pengamatan pertama dalam lembaran kerja berada dari lokasi Nomor 1, dan sepuluh data berasal dari lokasi nomor 2. Anda ingin memnempatkan kolom baru untuk Site antara Weiht dan D2H.

Anda dapat mengetik data ke lembaran kerja, tetapi karena data mengikuti sebuah pola, anda dapat dengan mudah menggunakan fasilitas AutoFill untuk membuat pola data. Caranya sebagai berikut:

1. Klik kolom D2H, kemudian Pilih Editor › Insert Columns. Sebuah kolom baru yang kosong ditempatkan di kiri dari D2H.
2. Pergi ke kolom baru tersebut (C4) dan pilih nama sel kolom persis di bawah kolom angka
3. Ketik Site, kemudian tekan [Masukkan].
4. Pada baris 1, ketik *1*.
5. Tempatkan kursor di atas kotak di ujung kanan bawah pada sel yang terpilih. Kursor tambah (crosshair) seharusnya berubah dari putih ke hitam yang menunjukkan bahwa anda dalam mode Autofill.
6. Klik kiri dan giring turun ke baris 10. Autofill secara otomatis mengisi angka 1 pada sel-sel yang terpilih.
7. Pada baris 11, ketika *2*.
8. Klik dengan kursor Autofill dan giring ke baris 20. Kolom baru Site tampak dalam folder kolom dari Project Manager. Klik dua kali.

Catatan: Sebaiknya sering menyimpan pekerjaan anda karena anda telah memasukkan data baru. Langkahnya pilih File › Save Project, atau tekan [Ctrl]+[S].

Langkah 6: Menghitung Statistika Deskriptif

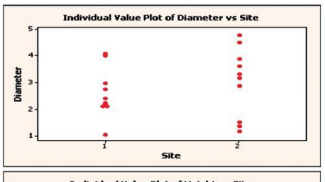
Anda memutuskan untuk menghasilkan tabel ringkasan yang menggambarkan peubah Diameter, Height, dan Weight untuk pohon sehingga dapat dibandingkan untuk setiap lokasi.

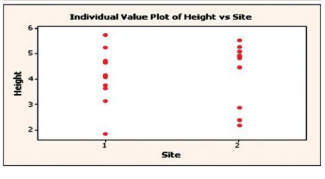
1. Pilih Stat › Basic Statistics › Display Descriptive Statistics

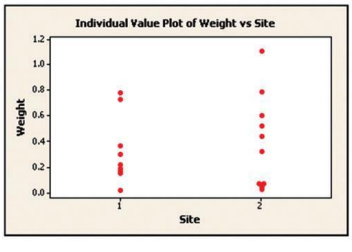
2. Pada kota daftar peubah, Klik Diameter, kemudian giring kursor sehingga menyorot Diameter, Height, dan Weight. kemudian klik Select
3. Pada **By variables**, masukkan Site. Verifikasi kotak dialog (dialog box)
4. Menggunakan Site sebagai sebuah peubah (By variable), maka Minitab membedakan secara statistik untuk Diameter, Height, and Weight untuk Site 1 dan Site 2
5. Klik **Statistics**
6. Jangan dipilih (Uncheck) **SE of mean, First quartile, Third quartile, dan N missing**. Klik OK. Verifikasi kotak dialog (dialog box)
7. Klik Graphs
8. Cek **Individual value plot**. Klik OK pada setiap kota dialog. Verifikasi kotak dialog (dialog box)

Variable	Site	N	Mean	StDev	Minimum	Median	Maximum
Diameter	1	10	2.598	0.916	1.060	2.320	4.090
	2	10	3.028	1.284	1.180	3.250	4.770
Height	1	10	4.098	1.103	1.850	4.120	5.730
	2	10	4.255	1.254	2.200	4.865	5.540
Weight	1	10	0.3090	0.2528	0.0200	0.2050	0.7800
	2	10	0.399	0.366	0.030	0.380	1.110

Minitab menampilkan keluaran dalam bentuk text di jendela Session dan setiap grafik deskripsi statistik dari Diameter, Height, Weight untuk Site 1 dan Site 2. Sekilas tampak bahwa Diameter lebih besar dari Site 2.







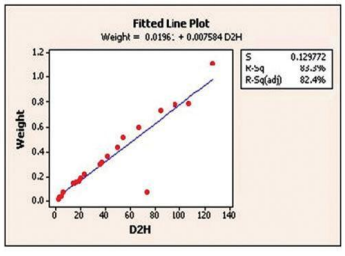
Menyikapi nilai individu, Poplar (sejenis pohon Pinus) yang tumbuh di Site 2 lebih besar daripada di Site 1. Data di Jendela Session meyakinkan bahwa nilai media untuk Diameter, Height, dan Weigth dari poplar tersebut lebih besar di Site 2 daripada Site 1. Juga pada peubah Weight yang memiliki standar deviasi lebih besar dari rataan (mean) yang berimplikasi bahwa data tidak konsisten. Pada Site 2, berat minimum hanya 0.03 kg sementara maksimumnya adalah 1,11 kg . Beberapa Poplar tampaknya hidup dengan baik dan sebagian lagi sulit hidup.

Langkah 7: Membuat sebuah plot garis penyuaian

Sekarang target kerja yang hendak dicapai adalah menduga berat (weight) pohon. Peneliti hendak menentukan adanya hubungan antara berat dengan D2H. Anda akan melihat apakah Poplar memliki hubungan dan berapa kuat, sehingga diperlukan plot grasi penyuaian (Fitted Line Plot) dari Weight dengan D2H. Langkah yang harus dilaksa-nakan adalah:

1. Pilih **Stat › Regression › Fitted Line Plot**
2. Pada Response (Y) (sumbu vertikal), masukkan Weight
3. Pada Predictor (X) (sumbu horsontal), masukkan D2H
4. Klik OK. Verifikasi kotak dialog.

Melihat plot ini, anda melihat hubungan linier positif antara Weight dan D2H. Hal ini menunjukkan bahwa jika D2H meningkat maka juga pada Weight. Nilai R^2 mengindikasikan bahwa D2H 83.3% keragamannya pada Weight. Pengecekan visual menunjukkan bahwa data tersebar acak, tetapi ada sebagian yang tak lazim.



Langkah 8: Performa Regresi Sederhana

Pada langkah terakhir, anda telah melihat bahwa D2H (diameter kuadrat kali tinggi) meningkat juga mengakibatkan hal sama pada Berat (Weight). Jadi, anda D2H dapat digunakan untuk menduga berat dengan menggunakan perintah regresi sederhana:

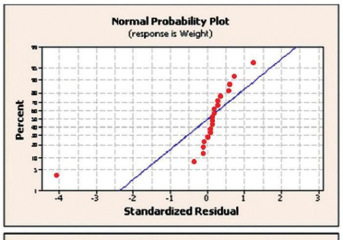
1. Pilih **Stat › Regression › Regression.**
2. Pada Response, masukkan Weight.
3. Pada Predictors, masukkan D2H. Verifikasi kotak dialog. Anda memutuskan untuk membuat sebuah seri plot analisis sisaan (Residual-Analysis Plots) untuk mengecek potensi persoalan dengan data.
4. Klik **Graphs**.
5. Di bawah **Residuals for Plots**, Pilih **Standardized.**
6. Dibawah Residual Plots, Cek Istogram Sisaan dan **Plot Normal Sisaan**.
7. Pada Sisaan (Residuals) versus peubah (variables), masukkan D2H. Verfikasi kota dialog. Klik OK pada setiap kotak dialog

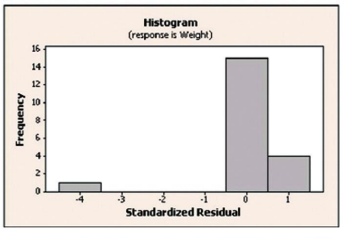
Pada jendela Session, Minitab menampilkan persamaan regresi, tabel koefisien. Tabel analisis ragam (*analysis of variance*), dan tabel pengamatan yang tak lazim sebagai tanda adanya pencilan (*outlier*) pada baris 12 dan 15. Sebelum analisis lanjutan, anda akan mengkaji apakah baris 12 dan 15 memang data yang sah.

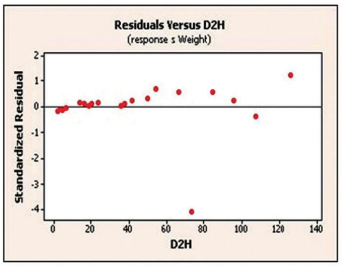
Regression Analysis: Weight versus D2H

```
The regression equation is
Weight = 0.0196 + 0.00758 D2H

Predictor       Coef    SE Coef      T      P
Constant     0.01961    0.04566   0.43  0.673
D2H        0.0075838  0.0007994   9.49  0.000

S = 0.129772   R-Sq = 83.3%   R-Sq(adj) = 82.4%

Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS      F      P
Regression       1  1.5155  1.5155  89.99  0.000
Residual Error  18  0.3031  0.0168
Total           19  1.8187

Unusual Observations

Obs  D2H  Weight     Fit  SE Fit  Residual  St Resid
 12  126  1.1100  0.9756  0.0717    0.1344      1.24 X
 15   74  0.0700  0.5779  0.0374   -0.5079     -4.09R

R denotes an observation with a large standardized residual.
X denotes an observation whose X value gives it large leverage.
```

Minitab juga menampilkan tiga grafik: (1) Plot Peluang Normal dari sisaan; (2) Histogram Sisaan; (3) Sisaan versus D2H. Dari pencekan sepintas dari sisaan tersebut nampak bahwa sisaan tidak menyebar normal dan bahwa data mengandung pencilan.



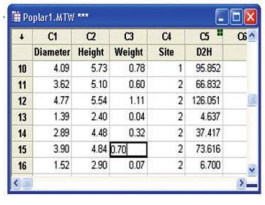




Langkah 9: Mengedit Data

Pada langkah terakhir, anda menemukan dua pengamatan yang tak lazim. Sebelum analisis lanjutan, perlu dipastikan bahwa baris 12 dan 15 memuat data yang sah.

1. Untuk melihat lembaran kerja (worksheet), Klik pada jendela Data, Pilih Window › POPLAR1.MTW, or Tekan [Ctrl]+[D].
2. Pergi ke pengamatan tak lazim yang pertama di baris 12 di kolom (Weight).
   - Pilih Editor › Go To. (Pilih dulu GoTo.)
   - Pada Masukkan column number or name, ketik *Weight*.
   - Pada Masukkan row number, ketik 2. Klik OK. Verifikasi kotak dialog. Lembaran kerja menunjukkan bahwa pengamatan ke 12 dari Weight telah tersorot. Antara Weight dan D2H tampak agak besar, sehingga anda melakukan pengecekan ulang catatan peneliti. Tampaknya, poplar #12 sangat sehat adalah benar.


Poplar1.MTW ***

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Diameter	Height	Weight	Site	D2H	
10	4.09	5.73	0.78	1	95.852	
11	3.62	5.10	0.60	2	66.832	
12	4.77	5.54	1.11	2	126.051	
13	1.39	2.40	0.04	2	4.637	
14	2.89	4.48	0.32	2	37.417	
15	3.90	4.84	0.70	2	73.616	
16	1.52	2.90	0.07	2	6.700	

3. Klik nilai Weight pada baris 15 untuk menyorotnya, atau tekan tiga kali. Cek duakali catatan peneliti dan ternyata ada kesalahan. Nilai yan benar adalah 0. 7 dan bukan 0.07.
4. Ketik .7 and tekan [Masukkan].

Langkah 10: Menjalankan Regresi Lagi

Sekarang anda telah siap menjalankan ulang analisis regresi dengan data yang terkoreksi. Pengulangan ini sederhana, anda dapat melakukannya melalui kotak dialog Regresi dan Grafik seperti langkah-langkah sebelumnya. Apakah anda udah siap.

1. Pertama, tutup semua grafik yang telah anda buat sebelum mengoreksi data. Pilih Window › Close All Graphs.
2. Pilih Stat › Regression › Regression.
3. Klik OK.

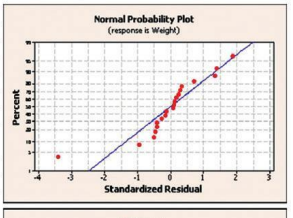
Tip: Untuk melakukan reset pada posisi awalnya (default), tekan [F3].

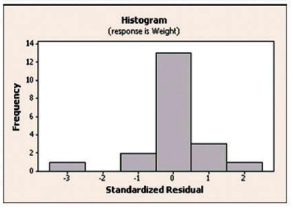
Seperti sebelumnya, Minitab menampilkan pada Jendela Session, dan menampilkan tiga grafik seperti yang telah disampaikan sebelum. Perhatikan hasilnya pada Jendela Session.

Persamaan regresi Weight = 0.0200 + 0.00829 D2H

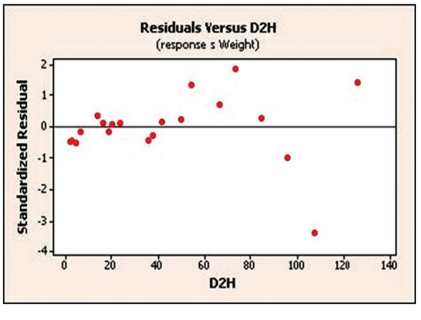
```
Predictor       Coef    SE Coef      T      P
Constant     0.01999    0.01365   1.46  0.160
D2H        0.0082897  0.0002390  34.68  0.000

S = 0.0387993   R-Sq = 98.5%   R-Sq(adj) = 98.4%

Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS        F      P
Regression       1  1.8108  1.8108  1202.88  0.000
Residual Error  18  0.0271  0.0015
Total           19  1.8379

Unusual Observations

Obs  D2H   Weight      Fit   SE Fit  Residual  St Resid
 12  126  1.11000  1.06491  0.02142   0.04509      1.39 X
 17  107  0.79000  0.90858  0.01740  -0.11858     -3.42R

R denotes an observation with a large standardized residual.
X denotes an observation whose X value gives it large leverage.
```

Jika anda memiliki model yang baik dan memenuhi semua asumsi statistik, kemudian anda dapat mengukur diameter dan tinggi setiap Poplar dalam populasi ini dan menduga beratnya tanpa harus langsung menimbangnya. Dari Keluaran regresi, anda melihat bahwa nilai t-ratio dan nilai-p yang rendah untuk D2H dalam tabel koefisien, mengindikasikan kuatnya hubungan antara D2H dan Weight. F-Statistik dan nilai p yang rendah dalam tabel analisis ragam merupakan cara lain untuk melihat hubungan ini. Nilai R^2 dan nilai R^2 terkoreksi lebih besar 98% menunjukkan hubungan tersebut memang erat.





Sebelum membuat kesimpulan akhir, anda perlu memutuskan untuk melihat (1) Plot Peluang Normal dari sisaan (Normal Probability Plot of the Residuals); (2) Histogram Sisaan (Histogram of the Residuals); (3) Sisaan versus D2H (Residuals Versus D2H).



Langkah 11: Simpan dan Keluar (Save and Exit)

1. Pilih **File › Save Project**
2. Pada File name, ketik POPLAR1 untuk nama proyek anda. Jika anda tidak mencantumkan ekstension dari nama file berupa MPJ, Minitab secara otomatis menambahkannya setelah proyek tersimpan.
3. Klik Save.
4. Jika anda melihat pesan yang menanyakan jika anda ingin mengganti file yang ada Klik Yes.
5. Jika anda beristirahat pada bagian ini, anda dapat keluar dari Minitab dengan memilih File › Exit, atau anda dapat melanjutkannya pada Bagian Ketiga: ANALISIS DATA.

Sajian Bagian Ketiga:
10.4. ANALISIS DATA
(Analyzing Data)

Pengantar

Bagaimana kelayakan penanaman energi? Berapa kebutuhan kayu untuk energi yang diambil dari sebuah perkebunan dan bagaimana memaksimalkan hasilnya? Dalam upaya memaksimalkan hasil, peneliti merancang sebuah percobaan untuk menentukan dua faktor, Lokasi (Site) dan Perlakuan (Treatment) yang mempengaruhi berat klon Poplar berusia empat tahun. Penanamannya dilaksanakan di dua lokasi: Lokasi 1 adalah tanah subur dan lokasi 2 adalah kering dan berpasir. Peneliti mengaplikasikan empat perlakukan untuk pohon: Perlakuan 1 untuk kontrol (tanpa perlakuan); Perlakuan 2 menggunakan pemupukan; Perlakuan 3 menggunakan irigasi, dan Perlakuan 4 menggunakan kombinasi pemupukan dan irigasi. Untuk mempertimbangkan variasi kondisi cuaca, peneliti mengulang data tersebut melalui penanaman separuh pohon di tahun pertama, dan separuhnya lagi di tahun kedua.

Sebagai analis data untuk proyek, anda harus melakukan analisis statistik contoh data Minitab yang tersimpan dalam POPLAR3.MTW

Materi Tutorial

Pada bagian ini, anda akan belajar tentang:

- Menghasilkan statistika dasar untuk menggambarkan peubah.
- Perubahan kode peneliti lapang menggunakan nilai yang hilang untuk kode nilai hilang yang dikenal oleh Minitab.
- Ambil sebagian data untuk fokus pada kelompok pohon yang anda ingin pelajari lebih lanjut.

- Membuat boxplot untuk ilustrasi perbedaan antara katagori pepohonan.
- Menggunakan analisis ragam untuk menentukan perubah yang berkontribusi pada perbedaan pohon tersebut.

Kebutuhan Waktu: 40 Menit

Langkah 1 : Mulai Proyek Baru
Langkah 2 : Buka Lembaran Kerja
Langkah 3 : Tampikan Grafik Ringkasan
Langkah 4 : Kode Ulang Data
Langkah 5 : Data
Langkah 6 : Pembagian Data
Langkah 7 : Cek kenormalan dengan Histogram
Langkah 8 : Perbandingan Berat dengan Perlakuan dengan BoxPlot
Langkah 9 : Performa Analisis Ragam
Langkah 10 : Perbandingan Berat dengan Tahun Boxplot
Langkah 11 : Pengulangan Cepat untuk Analisis Menyeluruh
Langkah 12 : Simpan dan Keluar (Save and Exit)

Langkah 1: Mulai Proyek Baru

- Jika anda belum menjalankan program, maka mulai jalankan program Minitab.
- Jika anda telah melengkap Bagian Pertama, mulai sebuah proyek baru : Pilih **File › New**, Pilih Minitab Project, kemudian Klik OK. Jika anda belum menyimpan perubahan proyek anda yang terdahulu, Minitab akan menanyakan dan menyarankan anda untuk melakukan penyimpanan proyek tersebut.

Langkah 2: Buka Lembaran Kerja

Data tersimpan dalam lembaran kerja POPLAR3.MTW yang berlokasi di folder Data.

1 Pilih **File › Open Worksheet**.
2 Klik lihat pada C:\Program Files\Minitab 15\English\Sample Data yang menjadi tempat contoh data, kemudian pilih POPLAR3.MTW. Klik **Open**. Dua jendala dapat anda lihat informasi tentang lemaran kerja ini.
3 Pilih **Window › Project Manager** atau tekan [Ctrl]+[I]. Jika panel Project Manager terlalu sempit, klik pembagi antar panel dan giring ke kanan.
4 Pada panel kiri dari Project Manager, Klik kolom folder. Lihat Project Manager. Panel sebelah kanan menampilkan informasi tentang lembaran kerja.

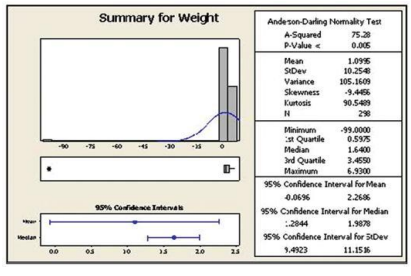
5 Jika lembaran kerja (*worksheet*) tidak tampak, buka jendela Data dengan menekan [Ctrl]+[D]. Jendela data menunjukkan kolom data anda secara detil.

Poplar3.MTW ***

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C
	Site	Year	Treatment	Diameter	Height	Weight	Age	
1	1	1	1	2.23	3.76	0.17	3	
2	1	1	1	2.12	3.15	0.15	3	
3	1	1	1	1.06	1.85	0.02	3	
4	1	1	1	2.12	3.64	0.16	3	
5	1	1	1	2.99	4.64	0.37	3	
6	1	1	1	4.01	5.25	0.73	3	
7	1	1	1	2.41	4.07	0.22	3	

Tip : Untuk menyesuaikan lebar kolom, arahkan ujung kursor dengan mouse pada baris teratas untuk membagi dua kolom sehingga terbagi menjadi dua sisi, kemudian kirim batas kolom untuk membuat lebih lebar atau sempit. Anda juga dapat melakukan Klik Kanan, Pilih Column › Width, kemudian masukkan nilai lebarnya.

Langkah 3: Tampikan Grafik Ringkasan



Anda hendak memaksimalkan hasil sehingga anda ingin menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi berat pohon. Mulai dengan melihat statistik deskriptif untuk peubah berat (Weight). Caranya sebagai berikut:

1. Pilih Stat › Basic Statistics › Graphical Summary.
2. Pada Variables, masukkan Weight. Klik OK. Verifikasi kotak dialog.

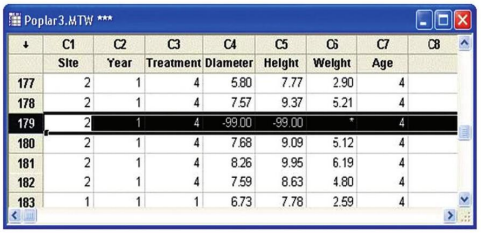
Ketika anda mempelajari keluaran Jendela Grafik. Perhatikan nilai minimum untuk Weight. Suatu hal mustahil dengan nilai 99 kg ! Namun, cerita sebenarnya pengumpul data kita mencatat bahwa nilai 99 menyatakan pohon mati.

Jika anda memasukkan nilai 99 dalam lembaran kerja, maka hasil anda akan tidak akurat. Faktanya, statistik deskriptif anda telah terpengaruh. Rataan (mean) dan median menjadi terlalu rendah, sementara standar deviasi menjadi tinggi. Oleh sebab itu, anda harus mengkonversi semua angka 99 menjadi nilai yang hilang (missing values).

Nilai hilang tidak berpengaruh dalam setiap analisis statistika. Minitab mengakomodasi nilai hilang untuk data numerik dengan memberi simbol asterisk(*?)

Langkah 4: Kode Ulang Data

Minitab menyediakan sejumlah manipulasi data. Satu diantaranya yang berdayaguna perintah pengkodean (Code command) yang mampu mengubah semua kejadian pada satu nilai menjadi nilai tertentu. Pada kasus ini, anda akan mengubah semua nilai 99 menjadi nilai hilang dengan simbol asterik (*).



Poplar3.MTW ***

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	Site	Year	Treatment	Diameter	Height	Weight	Age	
177	2	1	4	5.80	7.77	2.90	4	
178	2	1	4	7.57	9.37	5.21	4	
179	2	1	4	-99.00	-99.00	*	4	
180	2	1	4	7.68	9.09	5.12	4	
181	2	1	4	8.26	9.95	6.19	4	
182	2	1	4	7.59	8.63	4.80	4	
183	1	1	1	6.73	7.78	2.59	4	

Langkahnya sebagai berikut:

1. Pilih Data › Code › Numeric to Numeric.
2. Pada Code data from columns, masukkan Weight.
3. Pada Into columns, masukkan **Weight** untuk menggantikan nilai lama pada Weight dengan kode baru.
4. Pada Original values, ketik **99** yang akan diubah nilainya.
5. Pada New, ketik (simbol nilai hilang) Klik OK. Verifikasi kotak dialog.

Pada jendela Data window, perhatikan bahwa semua nilai 99 di kolom Weight telah terganti dengan simbol data hilang (*)

Langkah 5: Cacah Data

Gunakan "Tally" atau cacah untuk menentukan jumlah pohon pada setiap umur. Caranya:

1 Pilih **Stat › Tables › Tally Individual Variables**.
2 Pada Variables, masukkan **Age**. Klik OK. Verifikasi kotak dialog.

Tally for Discrete Variables: Age

Age3	Count147
4	151
N=	298

Jendela Session menunjukkan 147 pohon berusia tiga tahun dan 151 pohon yang berusia empat tahun.

Langkah 6: Pembagian Data

Selanjutnya, anda ingin menganalisa data hanya untuk pohon berumur empat. Tindakan yang dilakukan adalah membagi data dalam lebaran kerja

dengan membuat satu set data baru hanya untuk pohon berumur empat tahun.

Buat pembagian lembaran kerja untuk pohon berumur empat tahun

1. Pilih **Data › Split Worksheet**.
2. Pada By variables, masukkan **Age**. Klik OK. Verifikasi kotak dialog.

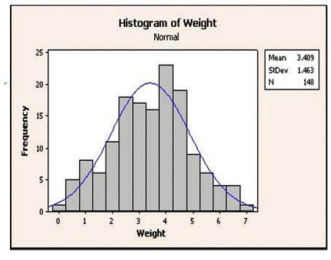
Minitab membagi lembar kerja POPLAR3 menggunakan nilai umur (ages). Karena dua nilai unit dalam kolom Age (umur) maka Minitab membagi dua lembar kerja. Lembar kerja yang memuat data pohon berumur tiga tahun diberi nama POPLAR3.MTW (Age = 3), dan lembar kerja yang lain diberi nama POPLAR3.MTW (Age = 4). Perubahan lembar kerja yang mengandung data pohon berumur empat tahun.

1. Tekan [Ctrl]+[I]. Verifikasi kotak dialog.
2. Pada panel kiri Project Manager, klik kanak pada POPLAR3.MTW (Age = 4).
3. Klik Rename. Verifikasi kotak dialog.
4. Ketik 4YROLDS.MTW.
5. Tekan [Masukkan] Sekarang, anda ingin analisis data pohon berumur empat tahun tersebut.

Langkah 7: Cek Kenormalan dengan Histogram

Untuk memulai analisis pohon berumur empat tahun, buat sebuah histogram dari peubah Weight untuk melihat sifat distribusi normal data.

1. Buat kondisi aktif jendela Data yang diberi nama 4YROLDS.MTW. Untuk membuatnya aktif, Klik jendela Data tersebut, atau pilih namannya dari menu Window.
2. Pilih Graph › Histogram.
3. Pilih With Fit, kemudian Klik OK.
4. In Graph variables, masukan Weight. Klik OK. Verifikasi kotak dialog.

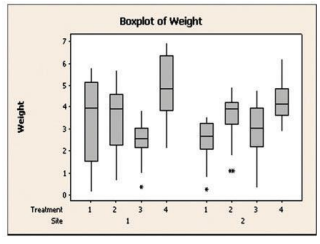


Histogram
tampak seperti berikut:
Anda melihat dari histogram bahwa berat Poplar mendekati sifat sebaran normal (tampak seperti sebuah lonceng terbalik).

Langkah 8 : Perbandingan Berat dengan Perlakuan dengan BoxPlot

Selanjutnya anda mencari berat pada setiap perlakukan. Dari Segi Grafik, penggunaan Boxplot adalah teknik yang baik untuk membandingkan perbedaan level dari peubah.

1. Pilih **Graph › Boxplot**.
2. Pilih With Groups. Klik OK.
3. Pada Graph variables, masukkan Weight.
4. Pada Categorical variables for groups, masukkan Site dan Perlakuan. Verifikasi kotak dialog.
5. Klik OK.



Menggunakan Boxplot ini, anda mempelajari berat melalui lokasi (site) dan perlakuan (treatment). Garis yang melintang kotak mengindikasikan median data. Batas bawah dan atas dari kotak, masing-masing menandakan kuartil pertama (25 persen) dan kuartil ketiga (75 persen).

Boxplot menyarankan bahwa pengecualian pada perlakuan 3, pohon di Site 1 memiliki berat lebih daripada pohon di site 2. Pohon di Site 1 ditanam pada daerah subur dan tanah berdrainase baik diharapkan lebih berat daripada Site yang ditanam di daerah kering dan tanah berpasir. Ternyata pohon di Site 1 tampak memiliki keragaman yang besar.

Juga, perlakuan 2 dan 4 (dipupuk dan pupuk/irigasi) menghasilkan pohon yang lebih berat, sementara Perlakuan 1 dan 3 (kontrol dan teririgasi) menghasilkan pohon yang lebih ringan.

Langkah 9: Performa Analisis Ragam

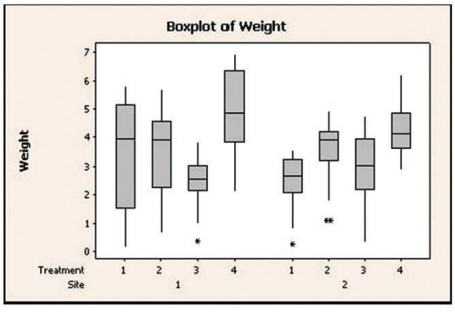
Anda telah melihat dari boxplot bahwa berat Poplar berbeda diantara empat perlakuan terutama pada dua lokasi. Sekarang anda memutuskan untuk menggunakan analisis ragam (Analysis of Variance, ANOVA) untuk menguji perbedaan berat akibat strata faktor Site (lokasi) dan Perlakukan yang secara statistik memang berbeda.

Terkait dengan ANOVA dengan dua faktor menggunakan tiga perintah yang berbeda:
1. Two-Way
2. Balanced ANOVA
3. General Linear Model

TwoWay dan Balanced ANOVA memerlukan sebuah rancangan seimbang. Sebuah rancangan seimbang memeiliki jumlah pengamatan yang sama untuk setiap lokasi/perlakuan. Karena rancangan anda tidak seimbang maka anda harus menggunakan Model Linier Umum (General Linier Model, GLM).

1. Buat jendela Data yang diberi nama 4YROLDS.MTW. Untuk membuat jendela Aktif, Klik saja, atau pilih namanya di menu Window, Perhatian, jendela Data yang aktif telah memiliki tanda asterik.
2. Pilih Stat› ANOVA › General Linear Model.
3. Pada **Responses**, masukkan **Weight**.
   Kemudian, masuk model anda yang hendak disesuaikan dengan GLM, Anda memutuskan untuk melihat model tersebut dengan Site (Lokasi), Treatment (Perlakuan), dan interaksi Site-Treatment.
4. Pada **Model**, ketik **Site | Treatment**.
   Bar vertikal mengarahkan Minitab bahwa anda ingin melibatkan semua kemungkinan interaksi dalam model. Untuk membuat sebuah bar vertikal (verticalbar) pada keyboard, Tekan [Shift]+[\], atau anda dapat menggunakan simbol !.
5. Klik **OK**. Verifikasi kotak dialog.

General Linear Model: Weight versus Site, Treatment




```
General Linear Model: Weight versus Site, Treatment

Factor      Type   Levels  Values
Site        fixed       2  1, 2
Treatment   fixed       4  1, 2, 3, 4

Analysis of Variance for Weight, using Adjusted SS for Tests

Source           DF   Seq SS   Adj SS  Adj MS      F      P
Site              1    3.112    2.424   2.424   1.52  0.219
Treatment         3   78.005   78.275  26.092  16.39  0.000
Site*Treatment    3   10.509   10.509   3.503   2.20  0.091
Error           140  222.873  222.873   1.592
Total           147  314.498

S = 1.26172   R-Sq = 29.13%   R-Sq(adj) = 25.59%

Unusual Observations for Weight

Obs   Weight      Fit   SE Fit  Residual  St Resid
 22  0.35000  2.91200  0.28213  -2.56200     -2.08 R
 42  0.64000  3.34167  0.29739  -2.70167     -2.20 R
 43  0.16000  3.34167  0.29739  -3.18167     -2.59 R
 52  0.66000  3.52250  0.28213  -2.86250     -2.33 R
 64  2.36000  4.90889  0.29739  -2.54889     -2.08 R
 69  2.12000  4.90889  0.29739  -2.78889     -2.27 R
 72  5.82000  3.34167  0.29739   2.47833      2.02 R

R denotes an observation with a large standardized residual.
```

Keluaran di jendela Session untuk daftar GLM setiap faktor dalam model dan jumlah strata pada setiap faktor. Kemudian dalam daftar tersebut terdapat Tabel Analisis sidik ragam, dan akhirnya pengamatan yang tak lazim (unusual observations).

Untuk pengujian hipotesis nol bahwa pengaruh perlakuan sama pada dua sisi (interaksi Site-Treatment), bandingkan nilai-p Minitab dengan yang digunakan pada alfa 0.05. Lihat pada tabel analisis ragam, karena nilai-p adalah 0.091 (nilai yang lebih besar dari 0.05), anda tidak dapat menolak hipotesis no. Oleh karena itu, anda tidak daat mengambil kesimpulan bahwa pengaruh perlakuan berbeda pada dua tempat.

Sekarang, anda dapat melihat pada pengaruh utama, Site dan Treatment. Nilai-p Site 0.219 yang juga lebih besar daripada 0.005 sehingga anda tidak dapat berkesimpulan bahwa berat Poplar berbeda nyata pada dua tempat. Nilai-p untuk Treatment adalah kecil (0.000) yang mendukung kesimpulan bawa berat rata-rata berbeda nyata untuk perbedaan perlakuan.

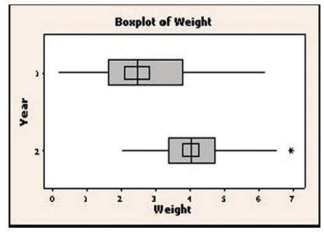
Kesimpulan ini setuju dengan apa yang anda lihat di awal pada boxplot berat poplar dimana terdapat perbedaan untuk perlakuan yang berbeda, tetapi hanya sedikit variasi antara dua lokasi. Sebelum anda memutuskan bahwa perlakuan (Treatment) adalah faktor penting yang mempengaruhi berat poplar, perhatikan pada pengaruh tahun yang mengingatkan bahwa peneliti menanamnya separuh di tahun 1 dan separuh lagi pada tahun 2.

Langkah 10: Perbandingan Berat terhadap Waktu dengan Boxplots

Anda memutuskan untuk melihat sebuah boxplot untuk membandingkan berat poplar yang ditanam pada tahun 1 dengan yang ditanam pada tahun 2.

1. Pilih **Graph › Boxplot**.
2. Pilih With Groups. Klik OK. (Gunakan F3 untuk menset dialogs pada posisi defaults.)
3. Pada Graph variables, masukkan **Weight**.
4. Pada Categorical variables for groups, masukkan **Year** untuk menginstruksikan Minitab menggambarkan secara terpisah boxplot berat untuk setiap tahun.
5. Klik **Data View**.
   Anda memutuskan juga untuk menampilkan selang kepercayaan (confidence interval) dalam kotak kisaran IQ (IQ Range Box).
6. Di bawah Data Display, cek Median confidence interval box. Verfikasi kotak dialog. Klik OK.
   Standarnya, Minitab menggambarkan boxplot vertikal, tetapi anda juga dapat menggambarkannya secara horsontal dengan mengubah skala grafik.
7. Klik Scale.
8. Cek Transpose value and category scales. Verifikasi kotak dialog. Klik OK pada setiap kotak dialog.

Pada boxplot, kotak terdalam menunjukkan selang kepercayaan 95% untuk median. Boxplot menyarankan bahwa Poplar yang ditanam pada tahun 2 lebih berat daripada yang ditanam pada tahun 1. Tetapi kenapa tahun menjadi penting? Pepohon ditanam pada dua tahun yang berbeda yang sederhanya untuk melakukan pengulangan data.



Anda mewawancarai peneliti lapangan dan mempelajari bahwa mereka tidak menggunakan herbisida untuk mengontrol gulma selama penanaman tahun pertama. Sebagai hasil, banyak pohon muda yang mati atau terhambat pertumbuhannya. Untuk meningkatkan kemampuan daya hidup pohon, peneliti menggunakan herbisida ketika mereka menanam poplar pada tahun kedua.

Anda menggambarkan tiga kesimpulan awal dari analisis anda:

- Pemupukan tampaknya efektif untuk memaksimalkan berat klon poplar
- Pengendalian gulma sementara untuk pohon muda adalah penting
- Berikan kondisi penanaman dan pemupukan yang cocok, klon poplar munkin tidak memerlukan lokasi berkualitas tinggi untuk mencapai panen biomass yang pantas.

Tidak hanya pohon tertanam pada tahun 2 yang lebih berat, tetapi beratnya lebih konsisten sepeti yang ditunukkan dalam kotak kisaran IQ yang terkecil. Tetapi, sebelum anda merekomendasikan penggunaan herbisida dan pupuk, anda harus melihat lebih dekat pepohonan yang ditanam pada tahun 2. Spesifiknya, anda ingin mengetahui jika anda masih melihat pengaruh Site dan Treatment jika anda hanya melihat pohon tahun kedua sendiri.

Langkah 11: Pengulangan Cepat untuk Analisis Menyeluruh

Anda memutuskan analisis ulang hanya pada pohon tahun kedua. Pertama, anda perlu memilahkan data hanya yang berumur empat tahun. Kemudian melakukan lagi pekerjaan semua kotak dialog yang dengan menggunakan Command Line Editor milik Minitab.

Pisahkan lembar kerja 4YROLDS menggunakan nilai tahun

1. Buat jendela data 4YROLDS.MTW menjadi aktif. Klik saja atau pilih pada menu Window.
2. Pilih **Data › Split Worksheet.**
3. Pada **By variables,** masukkan **Year**. Klik **OK.**

Rename the worksheet that contains the data for the Year 2 trees

1. Tekan [Ctrl]+[I].
2. Pada panel kiri Project Manager, klik kanan **4YROLDS.MTW (Year = 2)**.
3. Pilih **Rename**.
4. Ketik **YEAR2.MTW**.
5. Tekan [Masukkan].

Analisis Ulang untuk pohon tahun

1. Buat jendela data YEAR2.MTW menjadi aktif. Klik saja atau pilih pada menu Window
2. Tekan [Ctrl]+[I].
3. Pada kiri panel Project Manager, Klik folder **History**.
4. Kanan panel dari Project manager menampilkan semua perintah (Commands) yang telah anda eksekusi (jalankan).
5. Gulung layar Perintah sampai menemukan "Histogram," dimana perintah untuk mengecek sifat kenormalan data.
6. Klik perintah "Histogram" untuk memilihnya.
7. Gulung kee dasar perintah, tahan dengan tombol [Shift], dan klik perintah pencilan ("Outlier" command) di bawah "Boxplot". Verfikasi muatan **History folder** .
8. Pilih **Edit › Command Line Editor**, atau Tekan [Ctrl]+[L]. Sebuah kotak dialog akan tampak yang memuat perintah-perintah Minitab dari bagian yang telah anda sorot Verifikasi kotak dialog. Klik **Submit Commands**.

Analisis menyeluruh telah dilaksanakan untuk sebuah histogram berat (Weight) dari boxplot Weight dengan Treatment, dan Weight dengan Site, analisis ragam, dan boxplot Weight dengan Tahun. Sehingga tak adal lagi pekerjaan lanjutannya.

Tip: Anda juga dapat memilih perintah terekam (consecutive commands) dalam folder History dengan mengklik dan menggiringnya. Anda dapat memilih perintah non consecutive dengan menahannya melalui tombol [Ctrl] sambil mengkliknya.

Langkah 12: Simpan dan Keluar

1. Pilih File › Save Project.
2. Pada **File name**, masukkan **POPLAR3** untuk nama proyek anda. Jika ektension MPJ belum diketik, Minitab secara otomatis akan menambahkan ke dalam proyek anda.

3. Klik OK.
4. Jika ada pesan yang menanyakan peggantian file yang ada, Klik Yes.
5. Jika anda ingin istirahat pada bagian ini, anda dapat keluar dari Minitab Pilih **File › Exit**, atau anda dapat melanjutkannya pada bagian Bagian Keempat: Pengendalian Kualitas.

Sajian Bagian Keempat:
10.5. PENGENDALIAN KUALITAS
(Assessing Quality)

Pengantar

Anda bekerja pada sebuah pembuatan mobil di departemen yang menangani perakitan mesin-mesin. Salah satu produk di departemen tersebut adalah poros penghubung (camshaft) harus berukuran panjang 600 mm ± 2 mm untuk memenuhi spesifikasi teknis. Namun terdapat masalah kronis dengan panjang poros penghubung tersebut yang tidak mampu memenuhi spesifikasi teknis yang disebabkan perakitan yang rendah pada garis produksi dan limbah tinggi dan laju pengulangan kerja.

Supervisor anda ingin menjalankan grafik X dan R untuk memantau karakteristik ini. Satu bulan data dikumpulkan dari lima poros penghubung untuk setiap kelompok waktu pekerja (Satu sampel dari 5 per waktu pekerja). Anda diminta menjadi memimpin tim penanganan masalah dan memberikan rekomendasi solusi.

Materi Belajar

Pada bagian ini anda akan belajar tentang:
- Menghasilkan diagram X dan R (Xand R charts)
- Menghasilkan hitogram dengan kurva normal.
- Performa sebuah x analisis kemampuan proses (process capability analysis)

Kebutuhan Waktu: 30 Menit.

Langkah 1 : Mulai Proyek baru
Langkah 2 : Buka Lembaran Kerja
Langkah 3 : Kajian Kisaran dengan Diagram R
Langkah 4 : Uji kasus Spesial dengan Diagram X
Langkah 5 : Membuat Histrogram dengan Kurva Normal
Langkah 6 : Tampilkan Kombinasi Diagram X dan R
Langkah 7 : Persiapan untuk Analysis Kemampuan Proses (Process Capa

bility Analysis)
Langkah 8 : Performa Analysis Kemampuan Proses
Langkah 9 : Simpan dan Keluar

Langkah 1: Mulai Proyek Baru
Jika anda belum menjalankan program, maka mulai jalankan program Minitab.

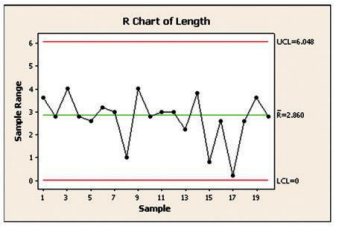
Jika anda telah melengkap Bagian Pertama, mulai sebuah proyek baru: Pilih **File › New**, Pilih **Minitab Project,** kemudian Klik OK. Jika anda belum menyimpan perubahan proyek anda yang terdahulu, Minitab akan menanyakan dan menyarankan anda untuk melakukan penyimpanan proyek tersebut.

Langkah 2: Buka Lembaran Kerja
Anda akan mengambil data dari Minitab yang tersimpan dengan nama CAMSHAFT.MTW dan berlokasi di folder atau subdirektori data.

1. Pilih **File › Open Worksheet.**
2. Klik di C:\Program Files\Minitab 15\English\Sample Data (atau folder lain) kemudian pilih CAMSHAFT.MTW. Klik **Open.**
3. Jika tidak terlihat, buka jendela Data dengan menekan tombol [Ctrl]+[D]. Jendela data(Data window) menunjukkan data secara rinci.
   Lembaran kerja ini memuat contoh perencanaan bulan lalu. Untuk sekarang, anda mempertimbangkan satu kolom, Length (Panjang), memuat 100 pengamatan (20 sampel dari setiap 5 poros penghubung). Poros penghubung diukur dalam satuan mm.

Langkah 3: Kajian Kisaran dengan Diagram R
Pertama, anda ingin menghasilkan sebuah grafik kontrol pada kisaran panjang poros penghubung yang diambil dari contoh sub kelompok. You hope that the plotted points fall inside the control limits in a random manner.

1. Pilih Stat › ControlCharts › Variable Charts for Subgroups› R.
2. Pilih All observations for a chart are in one column, kemudian masukkan *Length*.
3. Pada **Subgroup sizes**, ketik 5. Verifikasi kotak dialog.
4. Klik OK.



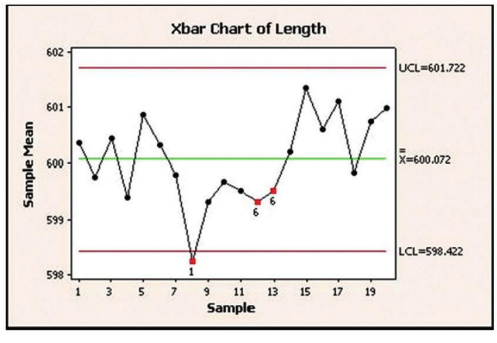
Langkah 4: Uji Kasus Spesial dengan Diagram X

Anda akan menghasil sebuah grafik X untuk melihat sebuah masalah dengan panjang poros penghubung masih diluar batas yang dapat diterima. Tambahan lagi, anda memerintahkan Minitab untuk menggunakan delapan perintah pengujian untuk mengatasi kasus variasi tersebut.

1. Pilih **Stat ›ControlCharts › Variable ChartsforSubgroups› Xbar**.
2. Pilih **All observations for a chart are in one column**, kemudian masukkan masukkan *Length*.
3. Pada **Subgroup sizes**, kemudian ketik 5. Verifikasi kotak dialog.
4. Klik **Xbar Options**, kemudian Klik tab **Tests**
5. Pilih **Perform all tests for special causes**. Verifikasi kotak dialog.
6. Klik **OK** pada setiap kota dialog .

Test Results for Xbar Chartof Length

```
Test Results for Xbar Chartof Length
TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points:  8

TEST 6. 4 out of 5 points more than 1 standard deviation from center line (on
     one side of CL).
Test Failed at points:  12, 13

* WARNING * If graph is updated with new data, the results above may no
          * longer be correct.
```



Grafik X menunjukkan bahwa terjadi proses di luar kendali. Khususnya satu poin yang gagal Test 1, dan dua poin gagal pada test 6. Untuk mengetahui maksud tes ini, lihat jendela Session.

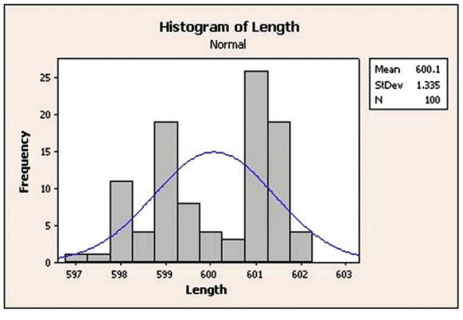
7. Pilih **Window › Bagian** .
   Dengan melihat di Jendela Session, anda melihat bahwa proses produksi menghasilkan satu poin lebih dari 3 standar deviasi dari garis tengah, dan empat dari lima poin .lebih dari 1 standar deviasi. Dari garis tengah.

Sekarang anda telah menyadari bahwa telah terjadi sebuah masalah, ini perlu waktu untuk mencari penyebab dan solusinya. Namun sayangnya, rencana pengambilan contoh tdak mengizinkan untuk melakukan inspeksi rinci untuk mengetahui dimana dan kapan terjadinya masalah karena hanya satu sampel yang diambil per shift kerja. Sebuah perencaaan terbaik akan mengambil beberapa sampel per shift kera untuk mencari fase-fase yang memunculkan masalah, dan mengubah rencana pemantauan setelah ditemukan kasus dan diselesaikan.

Langkah 5: Membuat Histrogram dengan Kurva Normal

Historgram dengan kurva normal sangat berguna mengkaji sebaran peubah. Anda memutuskan mengkaji peubah panjang (length).

1. Pilih **Graph › Histogram**
2. Pilih With Fit, kemudian Klik OK
3. Pada Graph variables, masukkan *Length*. Verifikasi kotak dialog
4. Klik OK



Kajian histogram, Secara umum, kita mengharapkan sebuah peubah seperti Length mengikuti sebaran normal. Pada kasus ini, histogram mendekati bentuk lonceng. Histogram yang anda baru saja buat tidak seperti lonceng. Faktanya, dari nilai 598.599 dan 601 yang terkait dengan sebaran tertentu. Pada kajian catatan inventori (pergudangan) bahwa ada dua penyuplai untuk poros penghubung. Sekarang anda mulai memahami histogram yang ada. Anda memutuskan untuk mendapatkan pengukuran dari dua penyuplai dan menjalankan grafik X dan R secara terpisah untuk setiap kelompok data. Data untuk setiap penyuplai tersimpan dalam kolom Supp1 dan Supp2 di lembar kerja anda.

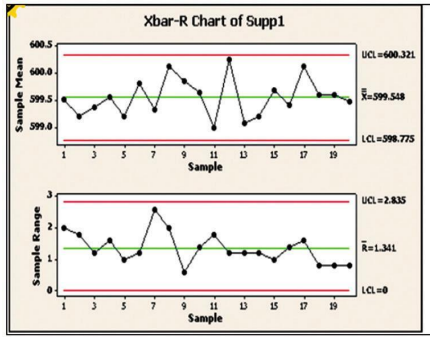
Langkah 6: Tampilkan Kombinasi Diagram X dan R

Lembar kerja anda memuat peubah yang bernama Supp1 dan Supp2 untuk Penyuplai 1 dan Penyuplai 2. Anda dapat mengulang prosedur yang

sama untuk menghasilkan grafi pengendal terpisah untuk Penyuplai 1 dan Penyuplai 2. Kali ini anda akan memilih **XbarR** untuk menampilkan grafik X dan R bersama.

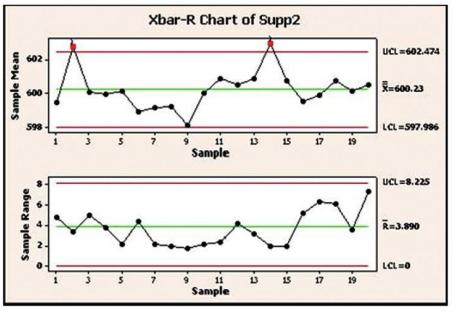
1. Pilih Stat › ControlCharts › Variable Charts for Subgroups › Xbar-R.
2. Pilih All observations fora chart are in one column, kemudian masukkan *Supp1* dan *Supp2*.
3. Pada **Subgroup sizes**, ketik 5. Verfikasi kotak dialog. Klik OK.
   Tip: Tombol [Ctrl]+[E] di keyboard adalah shortcut, untuk Edit › Edit Last Dialog, untuk membawa ke dialog sebelumnya.

Evaluasi Penyuplai 1 (Supplier 1)



Berdasarkan pada grafik X dan R, rataan dan kisaran untuk Penyuplai 1 tampaknya masih dalam pengendalian, meskipun anda memperhatikan bahwa rata-ratanya adalah 599.548 mm, bukan 600. Rata-rata kisaran Penyuplai 1 adalah is 1.341 mm.

Evaluasi Penyuplai 2 Hasil Uji Grafik Xbar Supp2
TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from cmasukkan line.
Test Failed at points: 2, 14
* WARNING * If graph is updated with new data, the results above may no
* longer be correct.
Grafik X dan R untuk Penyuplai 2 tampak bermasalah. Dari grafik, anda dapat melihat dua poin di atas batas kontrol.



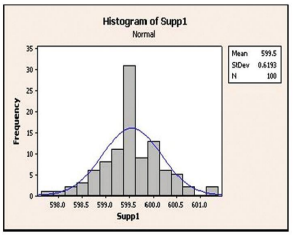
Grafik R tidak mengindikasikan bahwa proses telah keluar dari kontrol. Namun demikian, garis tengah adalah 3.890 dimana nilai kali lebih besar daripada Penyplai 1 yang hanya mencapai 1.341.

Sebagai ketua tim, anda merekomendasikan bahwa produksi dari Penyuplai 1 dapat diterima sementara Penyuplai 2 harus menunjukkan produksi poris penghubungnya masuk dalam pengendalian. Anda akan bekerja dengan Penyuplai 2 untuk mengurangi proses keragaman pada tingkat yang layak diterima, Karena dasar pemikiran anda dilandasi pada statistika, rekomendasi anda dapat diterapkan.

Langkah 7: Persiapan untuk Analysis Kemampuan Proses

Hanya dengan menggunakan Penyuplai 1 penurunan keragamannya, Sementara sejumlah rakitan berkualitas rendah disisihkan secara langsung, masalah yang ada belum sepenuhnya tampak. Oleh karena anda memutuskan untuk studi kemampuan untuk melihat apakah Penyuplai 1 sendiri memeiliki kemampuan yang sesuai dengan spesifikasi teknik pada 600 mm ± 2 mm.

Proses seharusnya dikontrol sebelum anda dapat menjalankan analisis kemampuan. Grafik X dan R menunjukkan bahwa akibat hanya menggunakan sebagian dari penyuplai 1, proses sekarang dalam kontrol. Sekarang anda ingin melihat histogram untuk mengecek sifat kenormalan.



Pertama anda ingin mencari sebaran pan-jang poros penghubung untuk Penyuplai 1 (Supplier 1) :

1. Pilih **Graph › Histogram**.
2. Pilih **With Fit**, kemudian Klik **OK**.
3. Pada **Graph Variables**, masukkan *Supp1*. Klik **OK**.

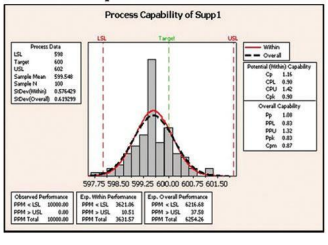
Minitab menghasilkan sebuah histogram dengan kurva normal lagi, berdasarkan pada pilihan awal anda, Anda yakin dengan bentuk lonceng dari sebaran, dan anda tidak melihat mode ganda atau puncak seperti yang anda kerjakan terdahulu. Anda siap melanjut-kan prosesnya.

Langkah 8: Performa Analysis Kemampuan Proses

Sekarang anda siap menjalan sebuah analisi kemampuan proses untuk melihat jika penyuplai 1 layak memenuhi spsifikasi teknik pada 600mm ± 2 mm.

1. Pilih **Stat › Quality Tools › Capability Analysis › Normal**.
2. Pilih **Single column** and masukkan *Supp1*.
3. Pada **Subgroup size,** ketik 5. Kemudian, masukkan batas spesifik .
4. Pada **Lower spec,** ketik 598.5 Pada **Upper spec,** ketik 602. Verifikasi kotak dialog.
5. Klik **Options**.
6. Pada **Target (adds Cpm to table),** ketik 600. Verifikasi kotak dialog.
7. Klik **OK** pada setiap kotak dialog.

Dari grafik anda dapat melihat bahwa proses rataan meleset sedikit dari target dan rataan sebaran proses berada sedikit kekiri dari target. Juga garis sebaran distribusi di kiri berada di luar batas spesifikasi terendah. Selanjutnya beberapa poros penghubung tidak akan sesuai dengan spesifikasi terendah 598 mm.



Analisis kemampuan juga menghasilkan sebuah tabel statistik. Indeks Cpk menunjukkan apakah proses akan menghasilkan unti dalam batas toleransi. Indeks Cpk dari 1 berarti bahwa proses tepat sesuai kebutuhan spesifikasi, sementara Cpk yang kurang dari 1 berarti proses tidak sesuai dengan batas spesifikasi. Idealnya, anda berkeinginan melihat nilai Cpk lebih besar 1 karena indeks terbesar, berindikasi proses lebih mampu memenuhi spesifikasi tersebut. Indkes Cpk untuk penyuplai 1 adalah 0,90 yang menunjukkab bahwa mereka perlu upaya untuk menurunkan keragaman dan mempertajam proses ke arah target.

Karena Penyuplai 1 saat ini menjadi penyuplai terbaik anda untuk poros penghubung, anda akan bekerja dengan meraka untuk meningkatkan prosesnya dan selanjutnya andalah pelaksananya. Minitab menawarkan analisis ANOVA, Regresi, rangcangan percobaan, dan banyak lagi alat statistik

yang akan digunakan untuk meningkatkan kemampuan proses anda secara berkelanjutan.

Langkah 9: Simpan dan Keluar

1. Pilih **File › Save Project**.
2. Pada **File name**, masukkan **CAMSHAFT1** untuk nama proyek anda. Jika anda belum menuliskan ekstension .MPJ maka Minitab akan otomatis menambahkannya ketika anda menyimpan proyek anda.
3. Klik OK.
4. Jika anda melihat pesan dari kotak dialog yang menanyakan penggantian file yang telah ada, klik saja **Yes**.
5. Jika anda beristirahat pada bagian ini, anda dapat keluar dari Minitab dengan memilih **File › Exit**, atau anda dapat pergi ke bagian lain yaitu Bagian Kelima: Perancangan Percobaan.

Sajian Bagian Kelima:
10.6. PERANCANGAN PERCOBAAN
(Designing an Experiment)

Pengantar

Untuk pelajaran ini, diasumsikan bahwa anda bekerja di sebuah pabrik kimia. Anda mempelajari satu rekasi yang menghasilkan sebuah produk kimia. Anda diminta untuk meningkatkan hasil yang diproduksi dari reaksi tersebut. Dari pengalaman terdahulu, anda telah melihat variasi temperatur, tekanan dan tipe katalis yang mengubah hasil dari reaksi. Masalah yang terjadi adalah setiap orang yang bekerja dengan teorinya masing-masing terhadap faktor tersebut akan mempengaruhi reaksi sekaligus hasil pabrik. Anda ingin membuat peningkatan sehingga anda memutuskan untuk menjalankan percobaan untuk menentukan pengaruh aktual dari ketiga faktor tersebut.

Materi Tutorial

Pada bagian kelima anda akan mempelajari:

- Rancangan percobaan faktorial untuk mendapatkan faktor-faktor penting dalam reaksi.
- Penyesuaian penuh model terhadap data.
- Penggunaan beberapa metode grafik sederhana untuk membantu menentukan pengaruh aktif (penting) atau tidak aktif.
- Penyesuaian model terhadap data, dan kemudian perkiraan kesesuaian model.

Kebutuhan Waktu: 30 Menit
Langkah 1 : Mulai Proyek Baru
Langkah 2 : Perancangan Percobaan: Memilih Rancangan
Langkah 3 : Perancangan Percobaan: Nama dan tingkat faktor
Langkah 4 : Perancangan Percobaan:? Pengacakan dan Simpan Rancangan
Langkah 5 : Melihat Rancangan
Langkah 6 : Mengumpulkan dan Memasukkan Data dalam Lembaran Kerja
Langkah 7 : Tampilan Rancangan: Penyesuaian Model
Langkah 8 : Tampilan Rancangan: Identifikasi Pengaruh Penting
Langkah 9 : Tampilan Rancangan: Pengaruh Plot
Langkah 10 : Penyesuaian Model
Langkah 11 : Evaluasi Penyesuaian Model
Langkah 12 : Kesimpulan: Tampilan Plot Faktorail
Langkah 13 : Kesimpulan: Evaluasi Plot
Langkah 14 : Simpan dan Keluar
Langkah 15 : Materi Yang Telah dipelajari.

Langkah 1: Mulai Proyek Baru

- Jika anda belum menjalankan program, maka mulai jalankan program Minitab.
- Jika anda telah melengkap Bagian Pertama, mulai sebuah proyek baru: Pilih File › New, Pilih Minitab Project, kemudian Klik OK.

Jika anda belum menyimpan perubahan proyek anda yang terdahulu, Minitab akan menanyakan dan menyarankan anda untuk melakukan penyimpanan proyek tersebut.

Langkah 2: Perancangan Percobaan : Memilih Rancangan

Anda ingin membuat rancangan percobaan untuk menguji tiga faktor yaitu: Tekanan, Temperature, dan Tipe Katalis.

1. Pilih **Stat › DOE › Factorial › Create Factorial Design.** Verifikasi kotak dialog.
2. Klik **Display Available Designs**. Verifikasi kotak dialog.
   Sejak anda memiliki tiga faktor yang menarik, anda dapat melihat dalam tabel dengan dua pilihan yaitu:
   1. Rancangan faktorial sebagian (fractional factorial design) resolusi III dengan 4 kali jalan.
   2. Rancangan faktorial penuh dengan 8 kali jalan.

Rancangan tingkat dua dengan tiga faktor berarti terdapat 2 pangkat 3

(2^3) kombinasi faktor kemungkinan. Dengan memilih sebuah rancangan dengan semua kemungkinan yang disebut rancangan faktorial penuh, anda akan mendapatkan hasil yang bebas pengaruh dari kondisi membingungkan. Namun demikian, anda mungkin mendapatkan hasil bermakna dengan sedikit menjalankan percobaan atau kombinasi. Rancangan yang menggunakan hanya sedikit kombinasi disebut rancangan faktorial sebagian (fractional factorial designs).

Anda memutuskan rancangan faktorial penuh (full factorial design) dengan tiga faktor dan 8 kali jalan adalah lebih meyakinkan daripada rancangan faktorial sebagian. Di Pabrik kimia anda, percobaan untuk memanipulasi faktor faktor yang terkait dengan waktum tekanan, dan tipe katalis adalah tidak mahal atau tidak memerlukan waktu. Juga percobaan dapat dilakukan pada waktu bukan di puncak pekerjaan tanpa mengganggu alur kerja pabrik. Jika percobaan itu memakan biaya tinggi atau suliy, mungkin anda perlu melih keputusan lain.

3. Klik **OK**. Sekarang anda balik ke kotak dialog utama
4. Pilih **2 level factorial (default generators)**.
5. Pada **Number of factors**, Pilih **3**.
6. Klik **Designs**.
7. Kotak di atas menunjukkan semua rancangan yang tersedia untuk tipe rancangan dan jumlah faktor yang dipilih.
8. Pada kotak **Designs**, pilih **Full factorial**.
9. Pada **Number of replicates for corner points**, Pilih **2**. Verifikasi kotak dialog.
10. Klik **OK**. Pilih rancangan ini dan bawa kembali kotak dialog utama. Perhatikan bahwa tombol terakhir sekarang telah berfungsi.

Langkah 3: Perancangan Percobaan: Nama dan Tingkat Faktor

Anda dapat memasukkan tingkat faktor sebagai numerik atau teks. Jika faktor anda bersifat kontinu, gunakan lebel numerik; jika faktor anda adalah katagori, gunakan level teks. Peubah kontinu dapat mengambil sembarang nilai pada skala pengukuran yang digunakan (contohnya, waktu reaksi). Sebaliknya, peubah katagori hanya mengasumsikan bahwa terbatasnya angka dari nilai yang mungkin (contohnya, tipe katalis).

Anda sekarang perlu memilih rancangan untuk faktor-faktor anda. Pada rancangan faktorial tingkat dua, anda mengatur faktor pada dua tingkat. Sejumlah pelaku percobaan menyarankan untuk memilih batasan sedekat mungkin (dalam kisaran yang aman jika anda mengetahuinya). Setelah beberapa pertimbangan anda menentukan rancangan tersebut :

Faktor/Factor	Low Setting	High Setting
Temparatur (Temperature)	20° C	40° C
Tekanan (Pressure)	1 atmosphere	4 atmospheres
Katalis (Catalyst)	A	B

1. Klik Factors.
2. Klik pada baris pertama dari kolom Name untuk mengubah nama faktor pertama. Kemudian, gunakan tombol panah untuk memandunya dalam tabel, bergerak melintasi baris atau menuruni kolom. Pada baris untuk:
   - Factor A, ketik **Temp** pada Name, Pilih Numeric, ketik **20** pada Low, and **40** pada High.
   - Factor B, ketik **Tekan ure** pada Name, Pilih Numeric, ketik **1** pada Low, and **4** pada High.
   - Factor C, ketik **Catalyst** pada Name, Pilih Text, ketik **A** pada Low, and **B** pada High.

Verifikasi kotak dialog.

3. Klik **OK**. Ini membawa anda kembali kekotak dialog utama.
   Tambahan : Jika anda memiliki sebuah rancangan yang mencakup poin tengah (center point) dan anda memiliki faktor teks dan numerik, anda perlu waspada bahwa tak ada yang center sebenarnya dalam rancangan. Pada kasus ini, poin tengah disebut poin tengah semu. Lihat fasilitas Help untuk diskusi lanjut tentang poin tengah semu.

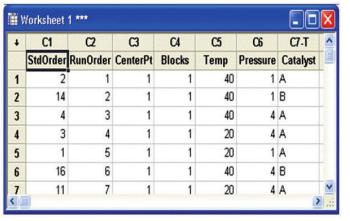
Langkah 4: Perancangan Percobaan:? Pengacakan dan Simpan Rancangan

1. Klik Options.
2. Pada Base for random data generator, ketik **9**.
   Tengahkan sebuah penghasil data acak (random data generator) mengizinkan anda untuk mengendalikan pengacakan sehingga anda mendapatkan pola yang sama setia waktu. Cara ini anda akan dapat rancangan yang sama dan digunakan pada bagian contoh.
3. Yakinkan telah dicek Store design in worksheet. Verifikasi kotak dialog. Klik OK.
4. Anda sekarang kembali ke kotak dialog utama. Klik OK. Ini akan menghasilkan rancangan dan menyimpannya dalam lembaran kerja.

Langkah 5: Melihat Rancangan

Buka jendela Data sehingga anda dapat melihat bentuk struktur rancangan. Pilih **Window › Worksheet 1**, atau secara singkat dengan Tekan [Ctrl]+[D]. Jendela Data akan tampak seperti ini:
Dicatat kolom yang diberi nama StdOrder (C1) dan RunOrder (C2). Setiap

kali anda membuat rancangan, Minitab menyiapkan C1 dan C2 untuk Standar order dan run order.


Worksheet 1 ***

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7-T
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Temp	Pressure	Catalyst
1	2	1	1	1	40	1	A
2	14	2	1	1	40	1	B
3	4	3	1	1	40	4	A
4	3	4	1	1	20	4	A
5	1	5	1	1	20	1	A
6	16	6	1	1	40	4	B
7	11	7	1	1	20	4	A

- StdOrder menunjukkan urutan jalan dalam percobaan jika percobaan tersebut terlaksana secara standar, atau Yates'.
- RunOrder menunjukkan urutan kerja dalam percobaan jika percobaan dijalankan dalam urutan acak.

Jika anda tidak melakukan pengacakan pada sebuah rancangan, standar order dan run order adalah sama, Tambahan, Minitab menyediakan indikator poin tengah di C3 dan sejumlah blok dalam C4. Karena anda tidak memasukkan poin tenagh atau rancangan blok, Minitab menyiapkan semua nilai di C3 dan C4.

Kemudian dalam lembaran kerja adalah kolom faktor, dimulai dengan C5. Pada contoh ini, faktor-faktor itu tersimpan dalam C5 hingga C7. Karena anda memasukkan tingkat faktor dalam kotak subdialog Factors, anda melihat tingkat aktualnya dalam lembaran kerja.

Tambahan : Anda dapat menggunakan **Stat › DOE › Display design** untuk mengubah kedepan dan belakang tampilan urutan standar dan acak.
Catatan : Ada dua cara perubahan pengaturan faktor-faktor atau namanya: (1) menggunakan **Stat › DOE › Modify Design,** atau **(2)** ketik nama faktor langsung di jendela Data.

Langkah 6: Mengumpulkan dan Memasukkan Data dalam Lembaran Kerja

1. Pada bagian ini, anda akan membuat form untuk kumpulan data buat percobaan anda. Cetak jendela Data dengan garis-garis kisi:
2. Pada jendela Data window, Klik pada nama field dari C8 dan ketik **Yield**.
3. Pilih **File › Print Worksheet**, dan buat Print Grid Lines di cek, dan Klik OK.
   Sekarang anda ingin performa 16 percobaan dijalankan, dan hasil pengamatannya dicatat. Anda didorong untuk mencapai hasil produk (dalam gram) sebagai berikut:
   66 66 102 98 65 54 107 68 53 66 55 85 108 89 52 63
4. Ketik hasil panen tersebut ke dalam kolom panen (Yield) di jendela Data

Langkah 7: Tampilan Rancangan: Penyesuaian Model
Ketika anda melihat sebuah rancangan, berarti ada obyek untuk memilih faktor yang memiliki pengaruh besar. Sekarang, anda telah membuat rancangan faktorial dan mengumpulkan data respon, untuk penyesuaian model sehingga menghasilkan grafik yang menjadi bahan evaluasi pengaruh. Anda menggunakan keluaran dari penyesuaian sebuah model matematika, dan anda akan menggunakan juga dua metoda grafik untuk membantu melihat faktor-faktor yang penting untuk peningkatan hasil dalam reaksi.

Penyesuaian Model
Karena anda telah memiliki dan menyimpan sebuah rancangan faktorial, anda mencatat bahwa Minitab menyediakan fasilitas menu DOE › Factorial yang memiliki perintah **Preprocess Responses for Analyze Variability, Analyze Factorial Design** dan **Factorial Plots.** Jika anda memplot respon seperti rataan akar kuadrat, anda dapat menghasilkan plot pengaruh besar, plot interaksi, dan plot kubik, sebelum atau sesudah anda melakukan penyesuaian model.
Pada bagian contoh ini, pertama anda akan menyesuaikan model.

1. Pilih **Stat › DOE › Factorial › Analyze Factorial Design**.
2. Pada **Responses,** masukkan **Yield**. Verifikasi kotak dialog.
3. Klik **Graphs**.
4. Untuk menghasilkan pengaruh dua plot yang akan membantu anda untuk menentukan pengaruh yang aktif, cek **Normal dan Pareto**. Gunakan level bakunya pada a-?level (0.05). Verifikasi kotak dialog.
5. Klik **OK**. Ini membawa anda kembali kotak dialog.
   Now you have selected the model you want to fit and the graphs you want to display.
6. Untuk menampilkan keluaran dari Jendela Session, dan setiap grafik di jendela Grafik (Graph window), Klik **OK** pada kota dialog utama.

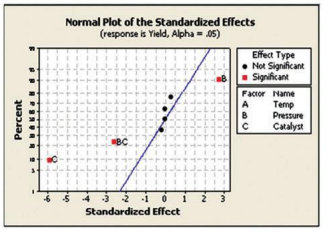
Langkah 8: Tampilan Rancangan: Identifikasi Pengaruh Penting
Anda dapat mengunakan keluaran Jendela Session dan dua pengaruh plot untuk menentukan pengaruh penting dalam proses anda.
Pertama, anda akan melihat keluaran jendela Session.

Factorial Fit: Yield versus Temperature, Pressure, Catalyst

```
Estimated Effects and Coefficients for Yield (coded units)

Term                          Effect    Coef  SE Coef      T
Constant                                74.81    2.561  29.21  0.0
Temperature                    1.38     0.69    2.561   0.27  0.7
Pressure                      14.12     7.06    2.561   2.76  0.0
Catalyst                     -30.38   -15.19    2.561  -5.93  0.0
Temperature*Pressure          -0.13    -0.06    2.561  -0.02  0.9
Temperature*Catalyst          -1.13    -0.56    2.561  -0.22  0.8
Pressure*Catalyst            -13.37    -6.69    2.561  -2.61  0.0
Temperature*Pressure*Catalyst  -0.13    -0.06    2.561  -0.02  0.9

S = 10.2439     PRESS = 3353
R-Sq = 86.14%   R-Sq(pred) = 44.55%   R-Sq(adj) = 74.01%

Analysis of Variance for Yield (coded units)

Source            DF  Seq SS  Adj SS  Adj MS     F      P
Main Effects       3 4496.19 4496.19 1498.73 14.26  0.001
2-Way Interactions 3  720.69  720.69  240.23  2.29  0.155
3-Way Interactions 1    0.06    0.06    0.06  0.00  0.981
Residual Error     8  839.50  839.50  104.94
  Pure Error       8  839.50  839.50  104.94
Total             15 6056.44

Estimated Coefficients for Yield using data in uncoded units

Term                           Coef
Constant                     60.6667
Temperature                 0.079167
Pressure                     4.83333
Catalyst                    -2.6667
Temperature*Pressure       -0.004167
Temperature*Catalyst       -0.045833
Pressure*Catalyst          -4.33333
Temperature*Pressure*Catalyst -0.004167

Alias Structure
I
Temperature
Pressure
Catalyst
Temperature*Pressure
Temperature*Catalyst
Pressure*Catalyst
Temperature*Pressure*Catalyst
```

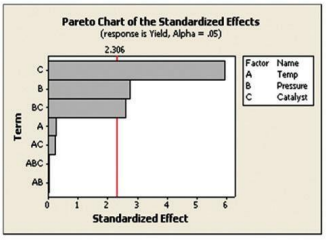
Anda melakukan penyesuaian model penuh yang mencakup tiga pengaruh utama, tiga interaksi dua arah (twoway interaction) dan satu interaksi tiga arah (threeway interction). Gunakan nilai pada kolom P yang menduga tabel pengaruh dan koefisein untuk menentukan beda nyata. Gunakan a=0.05, pengaruh utama untuk tekanan dan katalis dan interaksi tekanan-katalis yang berpengaruh nyata karena nilai-p yang lebih kecil dari 0.05.

Langkah 9: Tampilan Rancangan: Pengaruh Plot



Sekarang anda dapat menggunakan plot peluang normal dan grafik Pareto untuk melihat yang berpengaruh pada respon, Yield. Pengaruh aktif adalah pengaruh yang nyata atau penting. Pada pengaruh plot normal, poin yang tidak sesuai dengan garis selalu tanda pengaruh aktif. Pengaruh aktif dan berkelanjutan dari grafik penyesuaian daripada pengaruh tidak aktif. Pengaruh tak aktif cenderung lebih kecil dan pusatnya sekitar nol, rataan dari semua pengaruh.

1. Untuk membuat plot peluang normal tampak dalam jendela aktif, Pilih Window › Effects Plot for Yield.
   Pengaruh Label plot peluang normal lebih kecil daripada levela yang pilih dalam kotak dialog Grafik Analisa Rancangan Faktorial. Disini, pengaruh tekanan, katalis, dan interkasi tekanan-katalis adalah nyata pada a ?= 0.05.



Pengaruh grafik Pareto adalah alat lain yang berdayaguna untuk membantu menentukan pengaruh yang aktif.

2. Untuk membuat grafik Pareto tampak di Jendela aktif, Pilih **Window › Effects Pareto for Yield**.

Minitab menyajikan nilai absolut dari pengaruh pada Grafik Pareto. Grafik Pareto menggunakan a yang sama dengan plot normal untuk menentukan pengaruh nyata. Sekali lagi, anda melihat bawa Tekanan, Katalis dan Tekanan * Katalis adalah nyata (a ?= 0.05)

Akhirnya, anda melakukan penyesuaian tanpa Temp, TempPressure, TempCatalyst, dan TempPressureCatalyst yang tampaknya tidak aktif, Anda akan mengecek bagaimana bagusnya model setelah melakukan penyesuaian ulang.

Langkah 10: Penyesuaian Model

Anda ingin penyesuaian model baru menggunakan hanya faktor yang teridentifikasi penting dari hasil penyesuaian model penuh, dengan kata lain, meniadakan pengaruh tak penting. Setelah anda menyesuaikan model, anda akan menghasilkan beberapa plot untuk visualisasi pengaruh, evaluasi penyesuaian model, dan analisis sisaan (residual analysis).

Anda akan menyesuaikan model dengan mencakup Tekanan, Katalis, dan interaksi tekanan*katalis.

1. Pilih **Stat › DOE › Factorial › Analyze Factorial Design**.
2. Klik Terms.
3. Bangun model yang hendak disesuaikan.
   - Dari **Include terms in the model up through order,** Pilih **2**. Perhatikan, pergerakan ABC ini ke kotak Available Terms.
   - Klik pada **A:Temp** dalam kotak Selected Terms, kemudian Klik. Ini memindahkan peubah **A:Temp ke** kotak daftar **Available Terms.**
   - Repeat these actions to move the **AB** and **AC** interactions to the Available Terms box.
4. Verifikasi kotak dialog. Klik OK. Anda kembali ke kotak dialog utama.
5. Klik Graphs. Jangan cek Normal dan Pareto.
6. Pilih **Four in one** untuk menampilkan Histogram, plot Normal plot, Sisaan dengan Penyesuaian (Residuals versus fits), dan Sisaan versus urutan satu halaman (Residuals versus order on one page). Verifikasi kotak dialog. Klik OK dan kembali ke kotak dialog utama.
7. Klik OK pada kotak dialog **Analyze Factorial Design**.

Keluaran akan menyajikan jendela Session dan plot sisaan akan menampilkan jendela tampil di Jendela Graph.

Apakah pilihan anda terbaik berpengaruh aktif ? Apakah model anda valid ? Anda akan mencari jawaban pertanyaan-pertanyaan ini kemudian jika anda mengevaluasi model.

Langkah 11: Evaluasi Penyesuaian Model

Keluaran jendela Session menyediakan informasi seberapa bagus sebuah model. Kaji kolom P yang mengandung nilai-p untuk setiap penentu dalam model. Standar baik untuk evaluasi sebuah model dapat dilakukan dengan melihat nilai-p. Jika semua faktor memiliki nilai-p keurang dari level-a yang terdapat dalam percobaan anda, maka anda dapat yakin bahwa model anda memang bagus. Disini, anda pilih penggunaan a?= 0.05.

Nilai-p untuk setiap faktor dalam model kurang dari 0.05, mengindikasikan sebuah model merupakan kandidat yang bagus untuk eksplorasi dan validasi. Model ini dipertimbangkan sederhana dan sesuai dengan sebagaian data sama seperti halnya model dengan semua faktor. Galat sisaan hanya meningkat sedikit.

Anda selanjutnya mengecek model dengan menggunaakan plot sisaan. Nilai disesuaikan adalah hasil yang diduga oleh model, Sisaan adalah hasil aktual minus hasil prediksi.

Fractional Factorial Fit: Yield versus Pressure, Catalyst

Fractional Factorial Fit: Yield versus Pressure, Catalyst

Estimated Effects and Coefficients for Yield (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		74.81	2.107	35.51	0.000
Pressure	14.13	7.06	2.107	3.35	0.006
Catalyst	-30.37	-15.19	2.107	-7.21	0.000
Pressure*Catalyst	-13.38	-6.69	2.107	-3.17	0.008

S = 8.42739 PRESS = 1515.11
R-Sq = 85.93% R-Sq(pred) = 74.98% R-Sq(adj) = 82.41%

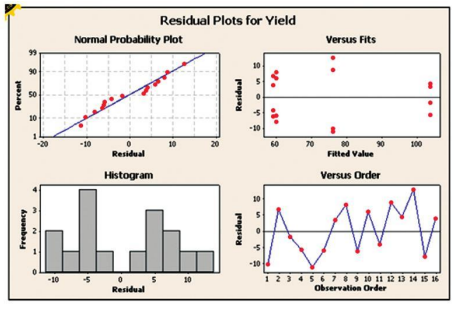
Analysis of Variance for Yield (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	2	4488.63	4488.62	2244.31	31.60	0.000
2-Way Interactions	1	715.56	715.56	715.56	10.08	0.008
Residual Error	12	852.25	852.25	71.02		
Pure Error	12	852.25	852.25	71.02		
Total	15	6056.44				

Estimated Coefficients for Yield using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	63.0417
Pressure	4.70833
Catalyst	-4.04167
Pressure*Catalyst	-4.45833

Alias Structure
I
Pressure
Catalyst
Pressure*Catalyst



Plot sisaan telah meyakinkan dan tak ada yang mengkuatirkan.

Langkah 12: Kesimpulan: Tampilan Plot Faktorial

Sekarang anda membuat dua grafik yang menampilkan pengaruh plot pengaruh utama dan plot interaksi. Jika plot berdasarkan rataan data respon maka anda dapat membuatnya sebelum atau sesudah penyesuaian model

aktual dengan data. Jika anda memplot nilai penyesuaian (rataan akar kuadrat), maka pertama kali anda perlu penyesuaian model.

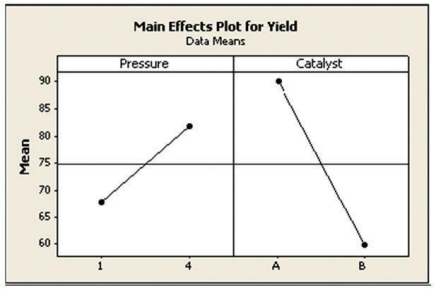
1. Pilih **Stat › DOE › Factorial › Factorial Plots**.
2. Cek Main effects Plot dan Verifikasi kotak dialog. Klik Setup.
3. Pada Responses, ketik **Yield**.
4. Kemudian, faktor yang akan dibuatkan plot:
   - Klik pada **B:Pressure** di kotak Available, kemudian Klik pada baris tunggal poin ke kanan, Ini akan memindahkan **B:Pressure**
   - Peubah dalam kotak Selected.
   - Ulangi langkah ini untuk memidahkan **C:Catalyst** ke kotak Selected.
5. Verifikasi kotak dialog. Klik OK.
6. Cek Interaction Plot dan Klik Setup.
7. Ulangi Langkah 3 dan 4. Verify kotak dialog interaksi.
8. Klik OK pada kotak dialog Plot Faktorial utama untuk menampilkan setiap plotdalam Jendela Graph yang berbeda.

Langkah 13: Kesimpulan: Evaluasi Plot

Pertama, perhatikan pada plot yang menunjukkan pengaruh dasar perubahan Tekanan, atau menggunakan Katalis A versus Katalis B. Pengaruh faktor ini disebut pengaruh utama (main effects). Nilai numerik yang terkait dengan semua effek tersebut pada Langkah 11 di keluaran Jendela Session.

1. Pilih **Window › Main Effects Plot for Yield** untuk membuat jendela aktif bagi plot pengaruh utama.
   Dua plot pengaruh utama di grafik ini untuk tekanan dan katalis. Pengaruh Utama dari
   - Tekanan adalah perbedaan antara seting rendah dan setinggi tinggi di grafik
   - Katalis adana perbedaan antara dua katagori.

Anda dapat melihat bahwa tipe katalis mememiliki pengaruh utama daripada tekanan. Itu adalah garis penghubung rata-rata respon untuk Katalis A dan B yang memiliki kemiringan lebih tajam dari garis penghubung seting rendah dan tinggi untuk Tekanan. Meskipun tipe katalis tampak mempengaruhi hasil (Yield) lebih besar daripada Tekanan, hal ini perlu dilihat pada interaksinya. Sebuah interaksi dapat membesar atau membatalkan pengaruh utama.



Untuk menghitung pengaruh utama, Minitab menyarikan respon rataan pada faktor level rendah atau pertama dari rataan respon di faktor level tinggi atau kedua. Tabel berikut ini merupakan ringkasannya:

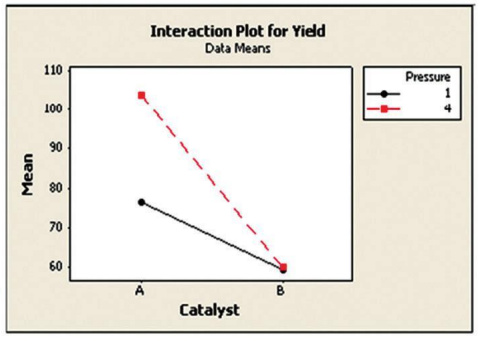
Faktor	Pengaruh Ukuran	Interpretasi
Tekanan	+14.13	Jalan pada 4 tekanan atmosfer memberikan hasil lebih besar daripada tekanan 1 atmosfer
Katalis	-30.37	Jalan dengan menggunakan Katalis A memberikan hasil lebih besar daripada katalis B.

Jika anda memiliki interaksi dari dua faktor, grafik ini akan cukup menggambarkan dimana anda dapat mengambil perubahan terbesar sebagai faktor anda.

Langkah selanjutnya, melihat pada kenyataan interaksi, Meskipun anda telah meyakini interaksi di keluaran jendela Session, anda dapat melihat seberapa besar plot interaksi.

2. Untuk membuat jendela aktif plot interaksi, Pilih **Window › Interaction Plot for Yield**

   Sebuah plot interaksi menunjukkan dampak perubahan penetapan satu faktor pada faktor lain. Karena sebuah interaksi dapat memperbesar atau meniadakan pengaruh utama, maka perlu dilakukan evaluasi interaksi. Interaksi nyata antara Tekanan dan katalis menunjukkan dua garis dengan kemiringan tajam berbeda.



Hasil dari katalis A lebih besar dari katalis B pada tekanan 1 dan 4 atmosfer. Namun demikian, anda dapat melihat perbedaan dalam hasil antara menjalankan katalis A dan menjalan katalis B pada tekanan 4 atmosfer yang lebih besar daripada menjalankan Katalis A dan B pada tekanan 1 atmosfer. Terkait dengan target hasil tertinggi pada percobaan anda, hasil anda menyarankan bahwa anda sebaiknya mengeset tekanan pada 4 atmosfer dan menggunakan katalis A.

Langkah 14: Simpan dan Keluar

1. Pilih File › Save Project.
2. Pada File name, masukkan **SS5DOE** untuk nama proyek anda. Jika anda belum menuliskan ekstension *.MPJ maka Minitab akan otomatis menambahkannya ketika anda menyimpan proyek anda.
3. Klik Save.
4. Jika anda melihat pesan dari kotak dialog yang menanyakan penggantian file yang telah ada, klik saja Yes.
5. Untuk menutup, Pilih File › Exit.

Langkah 15: Materi Yang Telah dipelajari

Ini adalah akhir dari analisis anda. Mari kita buat ringkasan:

1. Anda memutuskan sebuah rangancangan percobaan kemudian menghasilkan dan menyimpannya dengan menggunakan perintah Rancangan Faktorial (Factorial Design).
2. Anda menjalankan percobaan dan memasukkan respon.
3. Anda melakuan penyesuaian penuh model untuk mencari nilai dan plot yang berpengaruh untuk melihat yang aktif.
4. Anda menghilangkan pengaruh tak penting, kemudian penyesuaian model lagi.
5. Anda menghasilkan pengaruh utama dan plot interaksi dengan perintah Plot Faktorial untuk memvisualkan pengaruh.
6. Anda melakukan evaluasi model yang tersesuaikan dengan nilai-p dalam keluaran Analisis Rancangan Faktorial dan berbagai plot sisaannya.
7. Anda dapat menggunakan teknik analisis tambahan dalam Minitab. Mari kita buat ringkasan apa yang telah dipelajari:
   - Upaya mencari pengaruh plot, anda menentukan bahwa pengaruh tekanan, tipe katalis, dan interaksi antara tekanan dan katalis adalah yang aktif. Evaluasi interaksinya sangat penting, karena interaksinya dapat memperbesar atau membatalkan pengaruh utama.
   - Anda dapat menghilangkan faktor faktor lain tanpa mepengaruhi prediksi

- Anda memiliki sebuah model untuk menduga hasil, anda dapat mengaplikasinya model ini untuk mendapatkan hasil tertinggi pada percobaan mendatang.
  Terkait dengan hasil tertinggi dari percobaan anda, anda menghasilkan saran-saran sebagai berikut:
- Tentukan tekanan pada 4 atmosphere
- Gunakan Katalis A
- Evaluasi level tertinggi dari tekanan untuk percobaan mendatang.

PUSTAKA

Afifi, A. A. 1990. Computer aided multivariate analysis. 2nd edition. Van Nostrad Reinhol Company, New York. 505p.

Anderson, T. W., and Stanley L. Sclove. 1986. The Statistical Analysis of Data. Houghton Mifflin Company. New York. 629p.

Anonim. 1988. Minitab Reference Manual Release 6. Minitab Inc. Boston. 341p.

Anonim. 1991. Minitab Referance Manual Release 8. Minitab Inc. Boston. 341p.

Cahmbers, J. M., William S. C., Beat Kleiner., and Paul A. Tukey. 1983. Graphical Method for Data Analysis. Wadsworth International Group and Duxbury Press, Boston. 395p.

Draper N. R., and H. Smith. 1992. Analisis Regresi Terapan (terjemahan). Gramedia Pustak Utama, Jakarta. 671p.

Little, T.M., dan F. J. Hills. 1978. Agricultural Experimentation. John Wiley and Sons. New York. 350p.

Mead, R., R.N Curnow., dan A.M. Hasted. 1996. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology. 2nd Ed. Chapman dan Hall. London. 415p.

Monk, R. 1991. Exploring statistics with Minitab: a Workbook for Behaviorural Sciences. John Willey and Son, New York. 247p.

Nasoetion, Andi Hakim. 1985. Daun-Daun Berserakan: Percikan Mengenai Ilmu Pengetahuan dan Pendidikan. Inti Sarana Aksara, Jakarta. 528p.

Robert, B. Miller. 1988. Minitab Handbook for Business and Economics. PWS-KENT, Boston. 324p.

Ryan, B. F., Brian L. J., and Thomas A Ryan, Jr. Minitab handbook 2nd edition. PWS-KENT, Boston. 380p.

Spiegel, M. R., dan L.J. Stephen. 2007. Statistik. (Terjemahan). Erlangga. Jakarta. 429p.

Steel, Robert G. D., and James H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik. (Terjemahan). Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.748p.

Alamat Lengkap:
Jl. Malabar Ujung
No. 27 RT 04/03
Tegal Manggah
Bogor 16144
Telp: 0251-8357215
HP: 0811850150
Email:syukrimnur@gmail.com

M. SYUKRI NUR, lahir di Pare-Pare, 24 September 1966. Ia menye-lesaikan pendidikan dasar dan menengah di Samarinda. Lulus SMA Negeri 1 Samarinda pada tahun 1986 dan pada tahun yang sama diterima di Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui undangan PMDK (Pene-lusuran Minat dan Kemampuan) oleh Rektor IPB Prof. Dr. Ir. H. Andi Hakim Nasution karena menjadi juara I Lomba Karya Ilmiah Remaja LIPI Bidang Humaniora di Tahun 1986.

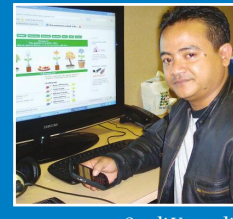
Lulus dari program studi Agrometeorologi, IPB tahun 1991, kemudian bekerja di LKBN Antara Biro Samarinda sebagai wartawan selama dua tahun. Akhir September 1993 melanjutkan S2 dan S3 hingga tahun 2003 di IPB dengan pengalaman studi di musim panas, kegiatan penelitian dan pembentukan jaringan akademik di Swiss, Perancis, Jerman, dan Austria.

Penelitian tentang model perubahan iklim global di Institut Bioklimatologie, Universitas Geottingen, Jerman selama 2 tahun lebih atas sponsor DAAD dan Proyek STORMA. Penulis juga pernah tercatat sebagai peneliti di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) selama 2 tahun (2004-2006).

Penghargaan yang pernah diperoleh LIPI – UNESCO untuk PIAGAM MAB (Man and Biosphere) tahun 2003 dan sejumlah beasiswa dari START Amerika Serikat, DAAD Jerman, Yayasan Super Semar, Republika dan ICMI, serta KOMPAS selama menempuh pendidikan di IPB. Juga Sponsor untuk Perjalanan Riset dan Summer School dari Bern University, Swiss, Postdam Institute, Jerman dan Tsukuba Research Center, Jepang.

Minat penulis adalah penelitian dan penulisan ilmiah untuk bidang kajian pertanian, teknologi informasi dan lingkungan hidup.

Saat ini penulis bertugas sebagai Staf Tenaga Ahli Bupati Kutai Timur bidang Pengembangan Agribisnis dan Agroindustri. Ketua III KALIMA Provinsi Kalimantan Timur dan Peneliti bidang Agroindustri dan Teknologi Informasi di PT. VISIDATA RISET INDONESIA., serta tenaga pengajar di STIPER Kutai Timur.



Sandi Yusandi
Design Grafis dan Layout
sandi_sign@yahoo.com